

# BARBARA-GESPRÄCHE

## Payerbach 1997

Die Kreide/Tertiär-Grenze

A. PREISINGER



Payerbach,  
4. Dezember 1997

*Anschrift des Verfassers:*

*Univ. Prof. Dr. Anton PREISINGER*

*Inst. f. Mineralogie*

*TU Wien*

*Getreidemarkt 9*

*A - 1060 Wien*

*privat:*

*Lerchengasse 23*

*A - 1080 Wien*

# Die Kreide/Tertiär-Grenze

## A. PREISINGER

Bis jetzt konnten drei Einschlagkrater aus den vergangenen 160 Millionen Jahren unserer Erdgeschichte mit Durchmesser von mehr als 100 km gefunden werden (Abb.1):

POPIGAI in Sibirien ( $111.0^{\circ}\text{E}$ ,  $71.5^{\circ}\text{N}$ ) mit 100 km Durchmesser (BOTTOMLEY et al. 1997) an der Eozän/Oligozän-Grenze ( $35.7 \pm 0.2$  m.Y.), Aussterberate: 12% der marinen Gattungen

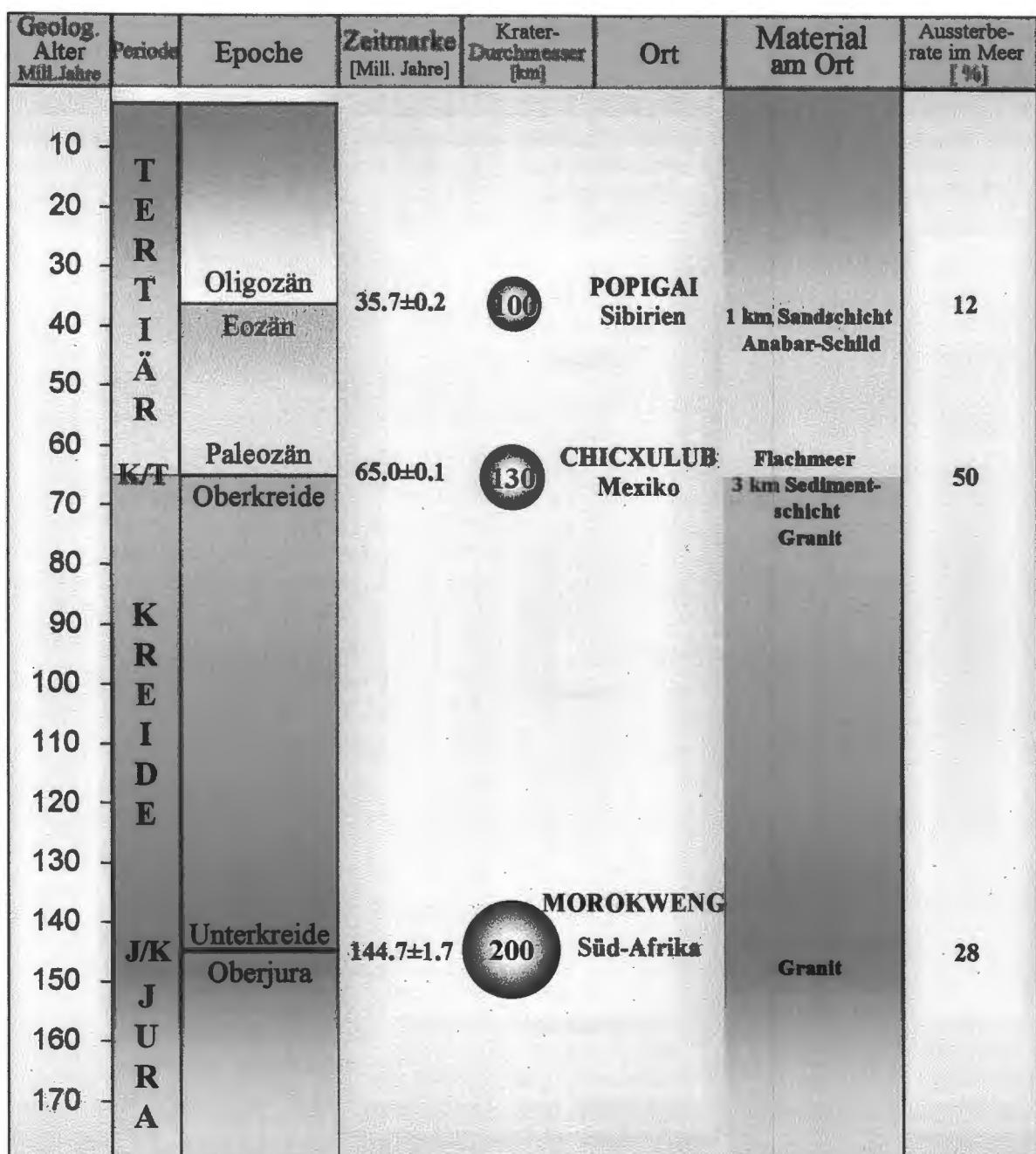


Abb.1. Zeitmarker der Erdgeschichte

CHICXULUB in Mexico ( $89.54^{\circ}\text{W}$ ,  $21.3^{\circ}\text{N}$ ) mit 130 km Durchmesser (MORGAN et al. 1997) an der Oberkreide/Paleozän-Grenze ( $65.0 \pm 0.1$  m.Y.), Aussterberate: 50% der marinen Gattungen

MOROKWENG in Süd-Afrika ( $23.5^{\circ}\text{E}$ ,  $26.5^{\circ}\text{S}$ ) mit  $\sim 200$  km Durchmesser (REIMOLD et al. 1997) an der Oberjura/Unterkreide-Grenze ( $144.7 \pm 1.7$  m.y.), Aussterberate: 28% der marinen Gattungen.

Impakte kosmischer Körper mit einem Einschlagkrater von mehr als 100 km Durchmesser zeigen globale Auswirkungen und stellen somit ZEITMARKER der ERDGESCHICHTE dar. Sie beeinflußten entscheidend die Evolution, indem sie weltweit ein spontanes, selektives Massenaussterben bestimmter Arten, Gattungen und Familien verursachten.

Welche Aussage und welche Bedeutung haben nun die Untersuchungen an der weltweit vorhandenen Kreide/Tertiär (K/T)-Grenze für die Evolution?

Vor 65 Mio. Jahren schlug, von SE kommend, ein kosmischer Körper ( $\sim 12$  km Durchmesser und  $\sim 5 \cdot 10^{15}$  kg) mit einem Einschlagswinkel von  $30\text{--}40^{\circ}$  in der Gegend des heutigen CHICXULUB, Yukatan, ein (SCHULTZ & D'HONDT 1996). Zur Zeit des Einschlages befand sich dort ein Flachmeer mit einer Karbonatplattform. Diese 3 km dicke mesozoische Plattform, bestehend aus Calcit,

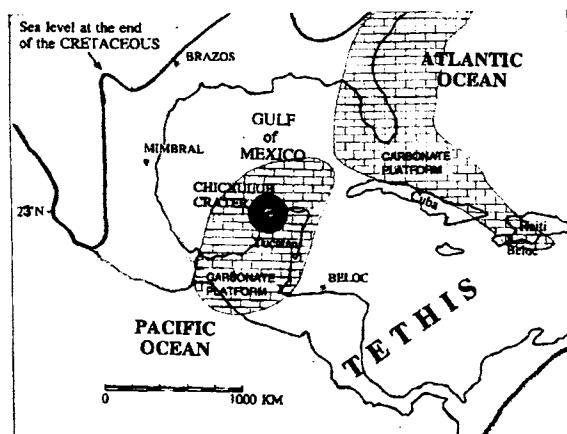


Abb.2. Geologische Situation zur Zeit des K/T-Impaktes von Chicxulub

Dolomit und Anhydrit ( $\text{CaSO}_4$ ) war für das Entstehen eines hohen Schwefelsäure-Aerosolgehaltes in der Stratosphäre und des Schwefelsäure-Regens verantwortlich (Abb. 2)

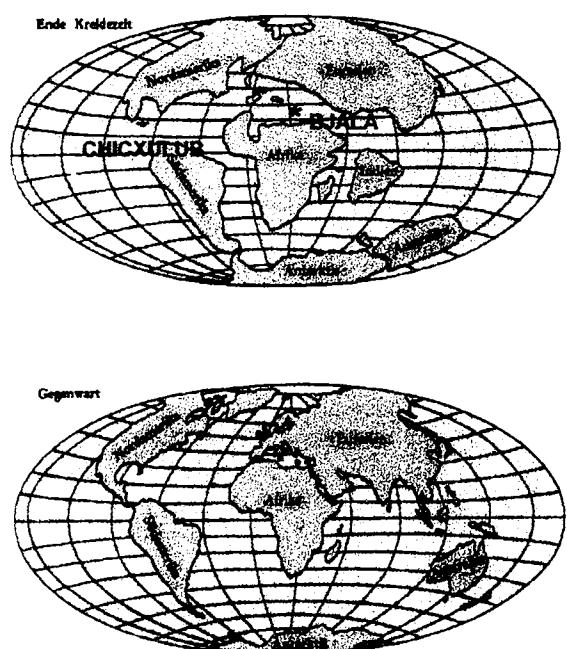


Abb.3. Verteilung der Kontinente und Ozeane Ende der Kreidezeit und in der Gegenwart

In der Oberkreide war der Ozean ein Ost-West-Meer (Thetis), während in der Gegenwart die Ozeane Nord-Süd-Meere (Atlantik, Pazifik) mit ausgeprägten Tiefen- und Oberflächenströmungen darstellen (Abb. 3). Die Atmosphäre hatte gegenüber heute einen doppelt so hohen CO<sub>2</sub>-Gehalt. Die Pole in der Oberkreide waren nicht vereist und der Wärmeausgleich zwischen Äquator und Pol war größer als heute

Eine kontinuierliche, nicht gestörte Grenze liegt an der Schwarzmeerküste bei BJALA, Bulgarien,  $\sim 10.000$  km von CHICXULUB entfernt (PREISINGER et al. 1993). Die Meeressedimentanalysen der K/T-Sequenz in Bjala wurden von ASLANIAN, GRASS und PREISINGER im Rahmen eines Ost-West-Fonds der Österr. Akademie der Wissenschaften durchgeführt. Die Folgerungen aus den Analysenresultaten der Meeressedimentabfolge werden hier am Beispiel der K/T-Grenze von Bjala dargestellt. Die Beschreibung der K/T-Grenze von Bjala gilt in

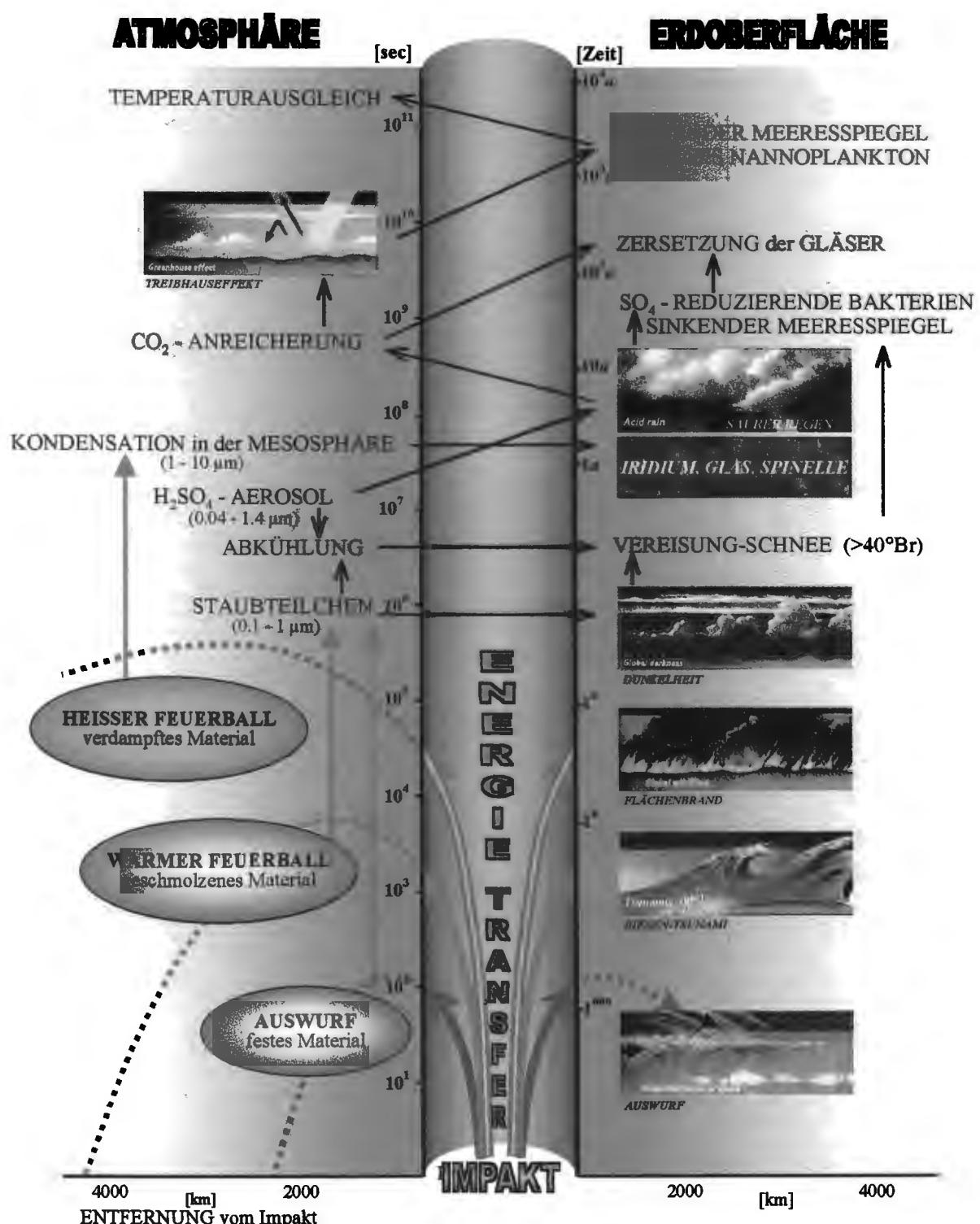


Abb. 4: Ergebnisse nach dem K/T-Impakt

## ARTENAUSSTERBEN im oberflächennahen MEERWASSER

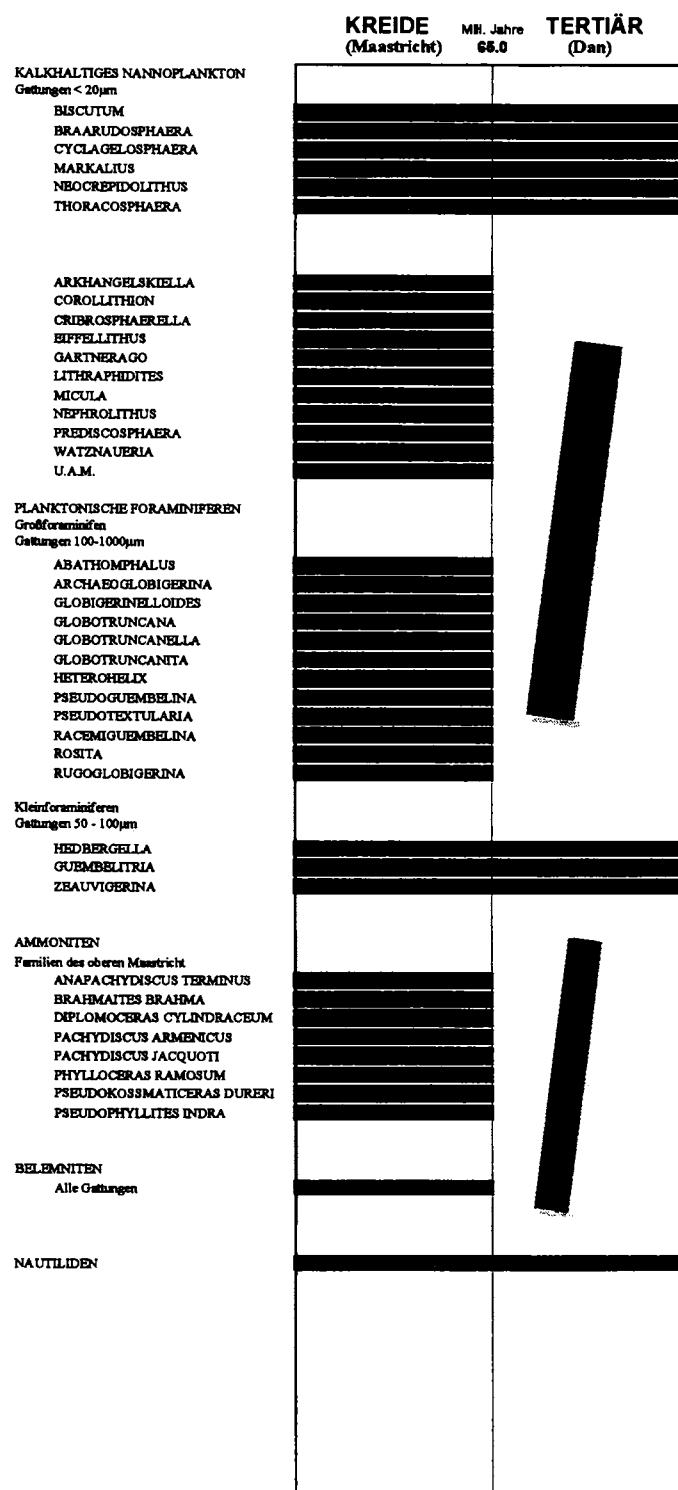


Abb. 5: Artenaussterben im oberflächennahen Meerwasser als Folge des K/T-Impaktes

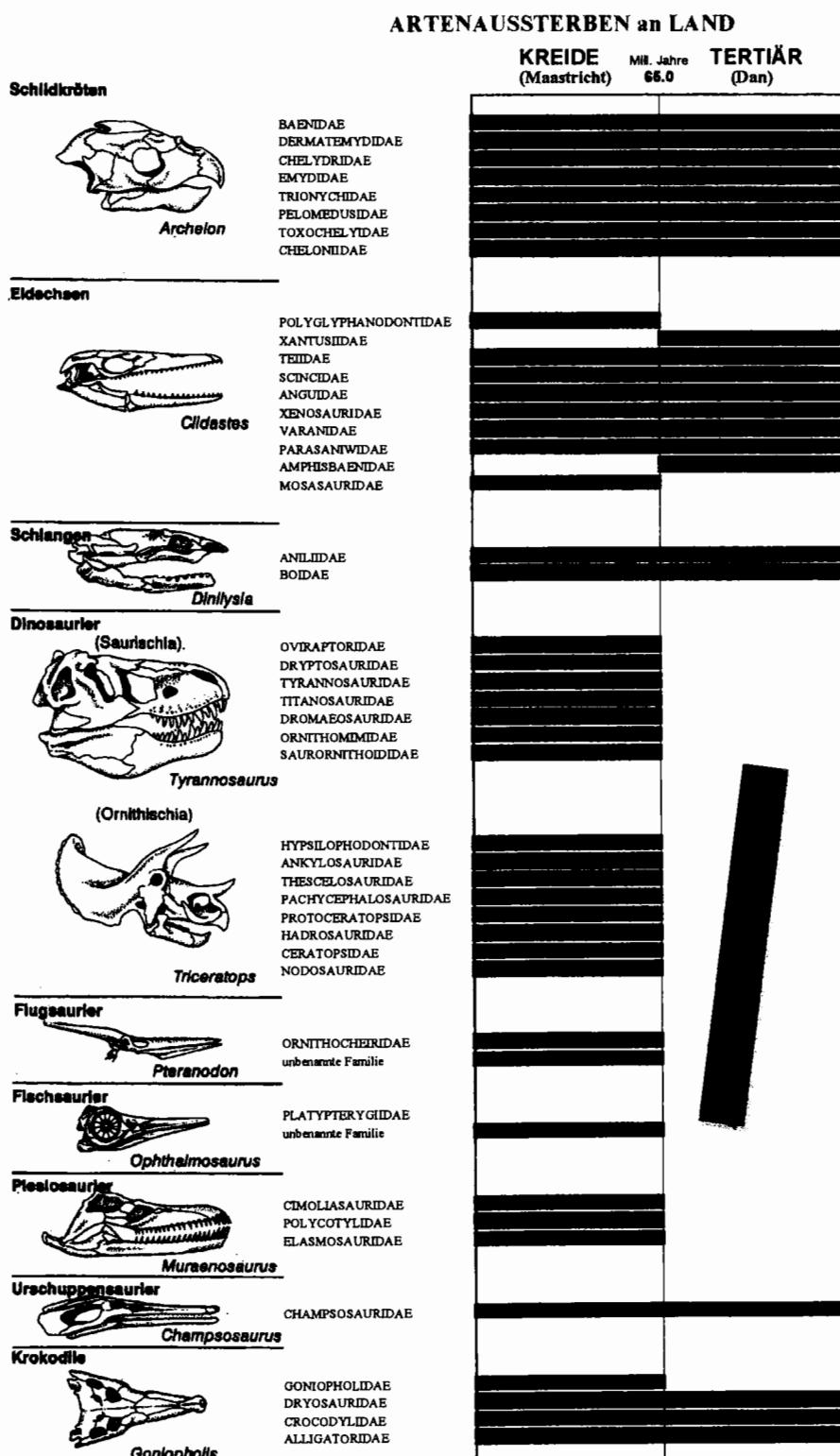


Abb. 6: Artenaussterben an Land nach dem K/T-Impakt

analoger Weise für alle K/T-Grenzen des Mittelmeerraumes von Spanien (Caravaca), Italien (Gubbio), Tunesien (El Kef), Österreich (Gosau) bis Bulgarien (Bjala). Die wesentlichen Unterschiede resultieren nur in den Sedimentabmessungen, je nachdem ob hemipelagische oder pelagische Sedimentation vorlag.

Die K/T-Grenze ist durch ein fast vollständiges Fehlen von  $\text{CaCO}_3$ , eine Iridium-Anomalie sowie Nickel-reiche Magnesioferrit-Spinelle mit variablen Chrom-Gehalten (ASLANIAN et al. 1996) und eine Änderung in der Fossilzusammensetzung (RÖGL et al. 1996) sowie deren Isotopengehalte  $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{18}\text{O}$  (PREISINGER et al. 1996) charakterisiert.

Paläomagnetische Messungen am Bjala-Profil ergaben eine Änderung der Polarität der Erdachse von CHRON 29R zu CHRON 29N bei 6,3m über der K/T-Grenze. Diese 6,3m mächtige hemipelagische Sedimentation entspricht einer Zeitdauer von 230.000 Jahren (BERGGREN et al. 1985). Die Bioproduktivität und somit die Karbonatakkumulationsrate sind im Tertiär gegenüber der Kreide um einige Grade niedriger als in der Kreide; dies zeigt eine längerfristige Klimaänderung an.

Die Energie des Einschlagenden kosmischen Körpers von ungefähr  $5 \cdot 10^{23}$  Joule wurde innerhalb von Sekunden bis Minuten zum größten Teil in feste, flüssige und gasförmige Materie transferiert und mit Geschwindigkeiten von  $v=1,6$  bis  $11,2$  km/sec hochgeschleudert (DURDA et al. 1977). Ein geringer Teil der Einschlagsenergie wurde in die Energie eines Riesensunamis transferiert, der sich in der Thetis mit einer Geschwindigkeit von  $\sim 800$  km/h ausbreitete und die Küsten hunderte Meter hoch überflutete. Der Krater selbst hinterließ eine Kraterstruktur mit  $\sim 130$  km Durchmesser.

Der vorwiegend niedrig-energetische Teil des "festen Auswurfs" enthielt ungeschmolzenes Material wie z.B. geschockte Quarze. Diese zeigen räumlich und mengenmäßig assymmetrische Verteilungsmuster, welche innerhalb einer halben Stunde hauptsächlich in einer

Entfernung von 1000-2000 km vom Einschlagsort zu finden sind. Neben dieser Hauptmengenverteilung wurde auch ein geringer Teil ungeschmolzenes feines Material hochenergetisch herausgeschleudert und dabei weltweit verteilt.

Der "warmer Feuerball" bestand im wesentlichen aus aufgeschmolzenem Material, das einer assymetrischen Verteilung bis zu  $\sim 5000$  Kilometer unterlag

Der hochenergetische Teil des "heißen Feuerballs" in der Größe von  $\sim 2000\text{km}^3$  enthielt hauptsächlich verdampftes Material, das in der Mesosphäre bzw. der Stratosphäre kondensierte und eine weltweite Verteilung erfuhr. In der Mesosphäre kondensierten Iridiumlegierungen, dann Ca- und S- reiche Gläser sowie Ni-reiche Magnesioferrit-Spinelle mit variablen Cr-Gehalten. Die Schwefelsäure kondensierte als Aerosol in der Stratosphäre, hielt sich dort ungefähr zehn Jahre und kam als saurer Regen herunter (POPE et al. 1977).

Der K/T-Event beginnt u.a. mit der Ablagerung von geschockten Quarzen innerhalb von wenigen Minuten bis zu einer halben Stunde nach dem Impakt, wobei die Hauptmasse sich vorwiegend auf den Golf von Mexico und Nordamerika verteilt (ALVAREZ et al. 1995)

Die K/T-Spinelle, durch Kondensation an Ir-Legierungskeimen in der Mesosphäre gebildet, wachsen während des Fallens im Gravitationsfeld der Erde und werden beim Durchqueren der Stratosphäre vom  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Aerosol geätzt. Je nach Teilchengröße,  $20 - 1 \mu\text{m}$ , gelangen sie innerhalb von Tagen bis zu Jahren auf die Erdoberfläche (PREISINGER et al. 1997).

Diese Ereignisse nach dem K/T-Impakt waren für das KLIMA, das ÜBERLEBEN der ARTEN sowie die gesamte EVOLUTION von entscheidender Bedeutung. Innerhalb von tausend Jahren gab es extrem kurzzeitige Klimaschwankungen mit partieller Vereisung und einer beträchtlichen Meeresspiegelschwankung. Für das AUSSTERBEN vieler Arten waren mitbestimmend: die weltweite DUNKELHEIT (Ausfall der Photosynthese),

die starke ABKÜHLUNG der Atmosphäre (um 15-30°C), der SCHWEFELSAURE REGEN, der den pH-Wert des Meerwassers von 8 auf 5 in den oberen 30m kurzzeitig

änderte sowie der in der Thetis auftretende RIESENTSUNAMI und der an der Landoberfläche wütende FLÄCHENBRAND (Abb 4).

Die SELEKTION der ARTEN ist eine notwendige Voraussetzung der EVOLUTION. Bei der NATÜRLICHEN SELEKTION (Darwin'sche Selektion) ist POPULTIONSGENETISCH die Entstehung neuer und angepaßter Arten gesichert.

Bei IMPAKT-SELEKTION hatten nur solche ARTEN eine CHANCE zu überleben, denen die spontan und für eine kurze Zeitdauer geänderten Umweltbedingungen nach dem Impakt genügten.

Im kalkhaltigen Nannoplankton haben aus einer Vielzahl von Gattungen nur 6 überlebt, bei den planktonischen Foraminiferen von 15 Gattungen nur 3. Von den Ammoniten sind die in den letzten 50.000 Jahren des Maastricht lebenden 8 Familien alle ausgestorben (Abb. 5). Ebenso sind die bis zum Ende der Kreidezeit lebenden 15 Familien der Dinosaurier ausgestorben (Abb. 6). Die Abbildungen 5 und 6 wurden nach Angaben von F. RÖGL und H. SUMMESBERGER (Naturhist. Museum Wien) und H. STRADNER (Geol. Bundesanstalt, Wien) zusammengestellt.

Warum hatten nur bestimmte Arten, Gattungen, Familien eine Chance zu überleben?

Im Falle der planktonischen Großforaminiferen der Oberkreide war die Unterbrechung der Nahrungskette durch den Ausfall der Photosynthese tödlich. Die Kleinforaminiferen hingegen lebten auch in größerer Meerestiefe und hatten somit bessere Bedingungen zum Überleben.

Bei *Thoracosphaera operculata* (Dinoflagellat) war die geschlossene Kalkkapsel und eine genügend lange Ruhepause des Dauerstadiums für das Überleben ausschlaggebend, während bei den meisten anderen Arten des Nannoplanktons die Ruhepause in Bezug auf die

Dauer der Dunkelheit nach dem Impakt zu kurz war um dem Aussterben zu entrinnen.

Im Falle des Überlebens der Nautiliden und des Aussterbens der Ammoniten und Belemniten war wohl die unterschiedliche Vermehrungsstrategie von entscheidender Bedeutung. Während die Ammoniten offenbar auf zahlreiche winzige Larven gesetzt hatten, die im oberflächennahen Meerwasser planktonisch gelebt haben, heftet das langlebige Nautilusweibchen seine 2,5cm großen Eier auf dem Meeresgrund in größerer Tiefe an. Die Tiere schlüpfen bereits mit mehrkammeriger Schale und nehmen ohne Larvenstadium sofort ihre räuberische Lebensweise auf.

Die hohe Aussterberate nach dem K/T-Impakt war sicherlich nicht zuletzt durch den "sauren Regen" (drastisches kurzzeitiges Absinken des pH-Wertes in Oberflächenwässern) verursacht.

**Die Entscheidung über das AUSSTERBEN oder das ÜBERLEBEN der ARTEN lag dabei sowohl im vorgegebenen NAHRUNGSANGEBOT als auch in der VERMEHRUNGSSTRATEGIE der ARTEN**

#### Danksagungen:

Mein Dank gilt Herrn HR Prof Dr.H. Stradner für seine hilfreichen Diskussionen und Herrn Dipl.Ing.Dr. L. Petrás für die Erstellung der Computergraphik. Die Untersuchungen der K/T-Grenze bei Bjala (Bulgarien) im Rahmen des Ost-West-Fonds der Österr. Akademie der Wissenschaften wurden finanziell vom BMWUf (GZ. 45.134) gefördert.

## Literatur

- ALVAREZ, W., CLAES, P., KIEFER, S.W., 1995  
Emplacement of Cretaceous-Tertiary boundary shocked quartz from Chixculub crater  
Science, Vol.269 (1995), 930-934
- ASLANIAN, S., PREISINGER, A., & PETRÁS, L. 1996  
Spinel formation in the Mesosphere of the Earth after Cretaceous/Tertiary impact  
Acta cryst., Suppl.Vol.A 52 (1996)C 335
- BERGGREN; W: A., KENT, D.V. & FLYNN;J.J. 1985  
Paleogene geochronology and chronostratigraphy  
Geol Soc. Memoir 10 (1985), 141-195
- BOTTOMLEY, r. GRIEVE, R, YORK, D., & MASAITIS, V., 1997  
The age of the Popigai impact event and its relation to events at the Eocene/Oligocene boundary  
Nature, Vol 388 (1997), 365-368
- DURDA,D.D., KRING,D.A., PIERAZZO,E & MELOSH,H.J., 1997  
Model calculations of the proximal and globally distributed distal ejecta from the Chixculub impact crater  
LPSC XXVIII (1997), 315-316.
- MORGAN, J., WARNER, M., and the CHIXCULUB WORKING GROUP 1997  
Size and morphology of the Chixculub impact crater  
Natur, Vol. 390 (1997) 472-476
- POPE, K.O., BAINES, K.H., OCAMPO, A.C. & IVANOV, B.A. 1997  
Energy, volatile production, and climatic effects of the Chixculub Cretaceous-Tertiary impact  
J.Geol.Res, Vol.102 (1997), 21.645-21.664
- PREISINGER, A, ASLANIAN, S., STOYKOVA; K., GRASS, F., MAURITSCH, H.J., & SCHOLGER, R., 1993  
Cretaceous/Tertiary boundary sections on the coast of the Black Sea near Bjala (Bulgaria)  
Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 104 (1993), 219-228
- PREISINGER, A, ASLANIAN, S., OBERHÄNSLI; H. & STRADNER; H. 1996  
Climatic change after the K/T impact  
Soc.geol. France (1996), 44
- PREISINGER, A, ASLANIAN, S., BRANDSTÄTTER; F. & GRASS, F., 1997  
Distribution and formation of spinels after the K/T impact 1997  
GSA, Vol.29 (1997) AQ-142
- REIMOLD;W.U., KOEBERL, C., BRANDT-STÄTTER; F., KRUGER, F.J., ARMSTRONG, R.A. & BOOTSMAN, K., 1997  
The Morokweng impact structure, South Africa: Geological, petrological, and isotopes results, and implications for the size of the structure  
GSA Spec.Paper, 1997, im Druck
- RÖGL F., v. SALIS, K., PREISINGER, A, ASLANIAN,S. & SUMMESBERGER, H., 1996  
Stratigraphy across the Cretaceous-Paleogene boundary near Bjala, Bulgaria  
Bull. Centr. Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine (1996), 673-683
- SCHULTZ; P.H. & D'HONDT, S., 1996  
Cretaceous/Tertiary (Chixculub) impact angle and its consequences  
Geology, 24 (1996), 963-976

## DISKUSSION :

### Die Kreide/Tertiär-Grenze

KALLENBACH: Meinen Respekt, mit welcher Breite sie das hier vorgetragen haben.

PREISINGER: Danke, das ist nicht mein alleiniges Verdienst, Sie können nicht alles selbst machen. Das einzige was ich beurteilen kann, daß ich den Vortrag gemacht habe.

KALLENBACH: Das war ja nun wirklich ein Musterbeispiel dafür und ich denke, wir können nun in die Diskussion einsteigen.

HERBST: Wo war das Profil, das Sie in Zentimeterschritten untersucht haben?

PREISINGER: Bei Bjala, das liegt ungefähr 35 km südl. von Varna an der Küste des schwarzen Meeres. Aber wir haben auch Gubbio in Italien und Caramaca in Spanien in diesen Details untersucht, und wir haben auch in Österreich einige Stellen untersucht, bei Gams, die Gosau, auch in der Nähe von Wien. Die Zielsetzung, die ich als Leiter dieser Projekte gehabt habe, war, daß wir immer eine genaue Altersdatierung bekommen. Daher haben wir vor allem Paläomagnetik gemacht und dazu auch die Zyklostratigraphie, um hier genaue Angaben zu erhalten.

Diese Kalkbänke haben wir natürlich auch im Detail mit Partikelanalyse untersucht und ich kann das in der kurzen Zeit nicht alles bringen, aber wir haben eben auf hunderttausend Jahre eine relative Altersdatierung. Es ist uns gleich, ob die Altersbestimmung hier auf 65,0 oder 65,1 Mio. Jahre lautet, diese Altersgrenze ist weltweit die gleiche und das ist entscheidend. Von der ausgehend können sie nach oben und nach unten ihre relative Altersbestimmung anwenden, das ist ein ganz wesentlicher Punkt. Aber ich bin gerne bereit, auch auf das vorher gesagte von Herrn Frank noch einzugehen, wenn Sie das wünschen.

Bjala liegt am schwarzen Meer, direkt an der Küste, und wenn sie wollen, kann ich ihnen gerne ein Bild zeigen, wie es dort ausschaut. Als ich das erste Mal vor 6 Jahren dorthin

gekommen bin und diese Kalkbänke über 100 m gesehen habe, habe ich gesagt das ist phantastisch, was bedeutet das. Jetzt weiß ich es.

LAUER: Ich habe mich bemüht, sehr aufzupassen, sehr genau aufzupassen, aber eine der großen Fragen scheint mir noch offen zu sein: Was ist mit dieser Asynchronität in verschiedenen Bereichen des Lebens? An vielen Stellen der Welt bohrt die Erdölindustrie durch pelagische karbonatreiche Sedimente. Der Bohrgeologe kann hundertmal beobachten, was an der Kreide-Tertiär-Grenze mit den Fossilien passiert. z.B. wenn man das Verschwinden der Globutrocanen hennimmt, ist das nicht synchron mit dem explosionsartigen Auftreten der Thoracosphären - ich habe gehört, auf der Konferenz in Kopenhagen hat man sich auf diesen Namen geeinigt.

PREISINGER: Der lateinische Name ist ..*unverständlich*... aber bitte, Name ist Schall und Rauch.

LAUER: Ja, aber das Auftreten stimmt zeitlich nicht überein.

PREISINGER: Sie meinen, was ist passiert? Die Großforaminiferen, Sie kennen sie ja, ich brauche sie Ihnen ja nicht zu zeigen, die sind echt an dieser Grenze ausgestorben. Sie sind verhungert, weil die Photosynthese ausgefallen ist. Die Operculata ist nicht verhungert, weil sie die Chance hatte, in ihrem Ruhestadium als Zyste zu überleben und sie erst später wieder den Deckel aufgemacht hat und herausgekommen ist, um sich zu vermehren, als schon wieder Photosynthese möglich war. Da die anderen ausgestorben waren, haben sie natürlich die besseren Umweltbedingungen gehabt und sich enorm vermehrt, es war eine Explosion, sie können das wirklich sehen, daß das wenige Millimeter oder Zentimeter nach einer solchen Grenze passiert ist, aber von den anderen war nichts mehr da. Sie finden zwar

ab und zu noch immer Kreideformen, aber das sind wiederaufgearbeitete Schichten. Bevor ein Sediment fest wird, dauert es ungefähr 1000 Jahre - etwa in dieser Größenordnung - und wenn jetzt z.B. der Seespiegel wieder gestiegen ist, bringt das Wasser das Material, das vorher aufgeschwemmt worden ist, wieder herein, und dann bringt es natürlich auch kretazisches Material an die Stelle, die Sie angebohrt haben, und Sie finden eine Kreidesituation. Ich habe Ihnen eine solche hier eingezeichnet. Ich habe sie zwar nicht betont, daß muß ich gestehen, aber diese reworked situation ist da, und da finden Sie natürliche solche kretazischen Formen, aber in einer viel geringeren Zahl und sie nehmen exponentiell ab, wenn Sie noch einmal so eine reworked situation finden. Das war der Grund, warum man die österreichischen Stellen nicht weiter bearbeitet hat, die lagen in viel größerer Meerestiefe. Hier in Bjala, das lag ungefähr 3-400m tief, während in Österreich die Stellen am unteren Sloap waren, wo entsprechende Turbitite abgelagert worden sind, die wir genau analysiert haben. Die Korngrößenverteilungen erschweren es natürlich, das globale vom lokalen zu unterscheiden, und deswegen haben wir Stellen gesucht, wo wir das leichter können und wir haben diese in Bulgarien, an der Küste des Schwarzen Meeres in Zusammenarbeit mit Frau ASLANIAN gefunden.

LAUER: Daß sei alles zugegeben, aber es trifft das Problem nicht, denn selbstverständlich...*unverständlich* ....., wo dieses Syndrom sehr stark ausgebildet ist und wenn ich sagte "pelagische Karbonate", dann meinte ich, daß das Verlagerungselement weitgehend nicht aufscheint. Es geht darum, daß wir ja nicht durch die Explosion Thoracosphären als Charakteristikum ..*unverständlich*.., sondern, wenn ich das Verschwinden der Globotrocanen mit dem Verschwinden des Nannoplanktons, der typischen Maastrichtformen, vergleiche, die verschwinden schlagartig aus den Proben. Es ist natürlich zu bedenken, wenn man Erdölproben während des Bohrens nimmt, kann man sie nicht so genau machen, wie wenn man Profile nimmt.

PREISINGER: Wenn Sie rotationsfreie Probennahmen machen, wie das in den letzten 10 Jahren geschehen ist, dann können Sie das auch bei Bohrkernen schon auf den Zentimeter genau machen.

LAUER: Aber trotzdem es gibt eine Verschiedenheit in den Verschwinden der Acantielien (?) und dem Verschwinden der Globotrocanen. das ist nicht synchron, das kann man sehr gut am Indischen Ozean, in den arabischen Plattformkarbonaten genauso wie in Nigeria, in Westafrika, als auch in einigen Schock-Profilen in der Nordsee feststellen, wo eben nicht verlagert worden ist.

PREISINGER: Ich möchte Ihnen das so beantworten. Ich bin kein Paläontologe, aber ich habe mich sehr intensiv mit diesen Fragen beschäftigt, und nicht nur ich, sondern auf Konferenzen, etwa den Treis-Norbord - Konferenzen (?), wurde das viel und eingehend diskutiert. Wenn Sie von einem pelagischen Sediment sprechen, dann haben Sie ungefähr 95% Kalziumkarbonat; wenn Sie dort irgendwelche Tonschichten finden, dann sind es große Besonderheiten, denn die Zyklusstratigraphie geht dort in mm-Größe. Wenn Sie an semipelagische Sedimente kommen, dann nur als ein Maß für die Polaritätsgrenze zwischen CHRON 29R und CHRON 29M, dann haben Sie hier gesehen, 6,30m. In Djabar und in Gubbio liegt diese Grenze bei 1,30m, Sie sehen, daß ist ein Faktor von 5 Unterschied. Deswegen haben Sie auch hier diese Kalkbänder in einigen Zehnerzentimetern, während sie dort 10 mm hoch sind.

Aber wir haben das auch geprüft, haben mm für mm die Kalkvariationen gemessen, auch die Zyklusstratigraphie existiert bei den pelagischen Sedimenten.

Es ist ganz wesentlich - und ich muß leider ständig feststellen, daß das auch in rezenten Publikationen noch immer der Fall ist - man spricht einfach von einer Grenze, obwohl es keine echte Grenze ist, sondern nur ein Kontakt. Nördlich des Kaspischen Meeres, auf allen diese Stellen, die hier untersucht wurden, ich habe erst vor kurzem in Paris einen Vortrag darüber gehört und wir haben das nachgeprüft, da finden Sie 2 cm, aber diese 2

cm sind etwas anderes: unterhalb ist Kreide und oberhalb ist Tertiär. Warum liegt da was dazwischen, das auch Kalk hat, aber mit allen möglichen fossilen Formen, auch der Kreide und des Tertiärbeckens? Dort war ein Flachsee, und wenn der Meeresspiegel gesunken ist, etwa um 30 oder 40 m, dann ist der eine Zeitlang nicht durch Sedimentation ausgefüllt gewesen. Erst als der Meeresspiegel wieder gestiegen ist, ist das wieder mit aufgearbeiteten Sedimenten angefüllt worden, die natürlich auch Kreideformen beinhaltet haben. Ohne Kenntnis ihrer Lokalstelle, wenn Sie vergleichen ziehen zwischen Indischem Ozean und Mittelmeer oder Pazifik, dann müssen sie natürlich sehr wohl - wohlgerichtet, ich spreche nur von der Kreide-Tertiär-Grenze und von keiner anderen - nachweisen:

### 1.) Die Iridiumanomalie

2.) Die geschockten Quarze, die sind nicht so leicht zu finden,

3.) Kreide-Tertiär Spinelle, die sind charakteristisch und müssen vorhanden sein, sonst fehlt etwas, sonst haben sie keine kontinuierliche Grenze.

Wenn sie mir sagen, wo das ist und wo die Untersuchungen gemacht worden sind, das würde ich mir gerne anschauen und dann ihre Fragen beantworten.

UNBEKANNT: Die Präzession ist auch eine Folge dieser Impakte?

PREISINGER: Nein, keinesfalls, die Energie ist nicht groß genug, um die Erde aus ihrer Rotation herauszubringen, das ist ungefähr so, wie wenn ich hergehe und Sie mit dem Finger antupfe, das wäre ungefähr die Wirkung des Impakts auf die Erde. Das bringt sie nicht vom Sessel weg und natürlich ist auch die Präzessionsbewegung der Erdachse damit nicht beeinflusst, jedenfalls nicht die Sequenzen zwischen 21 und 25 tausend Jahren. Die Variabilität, das ist nicht ein fixer periodischer Wert, das liegt daran, daß die überlagert sind durch die Schwankung der Ekliptik zwischen  $23^{\circ}$  und  $241/2^{\circ}$ , und der Exzentrizität, aber die Abweichung ist auch nur minimal.

SCHÖNLAUB: Sie haben in einer ihrer ersten Overheadfolien ein Impaktereignis an der Eozän-Oligozängrenze eingetragen gehabt.

Wenn man schon in cm rechnet und da in Jahren rechnet, dann muß man, um der Genauigkeit genüge tun, schon auch sagen und feststellen, daß dieses Ereignis etwas früher war. Es war vor der Eozän-Oligozängrenze; diese wird vor 33 Millionen Jahren angenommen, und die Impaktereignisse Chesapeake und Popigai waren vor 35 Millionen Jahren. Diese beiden Ereignisse waren vor 35 Millionen Jahren und auch im Typusprofil für diese Grenze in Massiniano ist die Jeckterlear(?) unter der Grenze zwischen Eozän und Oligozän.

PREISINGER: Ich habe natürlich in der Schnelligkeit nicht alle Details erzählen können. Ich habe hier als Maß 100 - Kilometer - Krater angegeben und der andere, der in der Nähe liegt, ist viel kleiner, das ist dasselbe wie der Mansonkrater in Nordamerika, der ist auch ungefähr 65 Millionen Jahre alt und hat ca. 20 Kilometer Durchmesser, aber der hatte keinen nennenswerten Einfluß. Welchen Einfluß so ein Impakt hat, das muß man der Zukunft überlassen. Aber die Tabelle, die ich Ihnen angegeben habe, bezieht sich auf 100 - Kilometer - Krater.

WEISSENBACH: Eine Frage, die immer mehr auftaucht bei dieser Gelegenheit: was haben die armen Pflanzen gemacht?

PREISINGER: Die sind z.Teil auch ausgestorben, die Sporen haben es überlebt. Das ist dasselbe wie bei der Orbiculata. Pflanzen, die eine Schutzfunktion hatten, eine Ruhephase hatten, in der sie keine Photosynthese brauchten, haben überlebt. Aber es sind genügend Pflanzen ausgestorben.

WEISSENBACH: Eigentlich müßte dieses Ereignis, wie sie es uns geschildert haben, den Pflanzen noch mehr anzusehen sein als den Restorganismen, vor allem denen im Wasser, in der Hydrosphäre. Die haben ja jahrelang nichts mehr zur Photosynthese gehabt.

PREISINGER: Wieso Jahre lang, wenn das drei Jahre, vielleicht auch vier dauern würde, wäre das ganze Leben ausgestorben. Ich würde sagen, daß es so finster war wie in einer mondlosen Nacht, aber höchstens ein halbes Jahr. Dann kam die Photosynthese wieder, aber langsam und nicht schnell.

UNBEKANNT: Es sind genügend Pflanzen ausgestorben, ich frage mich nicht mit dem Aussterben der Pflanzen, sondern dem der Einzeller.

PREISINGER: Nur einzelne würde ich sagen

MARKYTAN: Was ist mit der bleibenden Temperaturabsenkung Tertiär gegenüber Kreide?

PREISINGER: Was ich ihnen hier geschildert habe, waren nur die Kurzzeiteignisse in den ersten tausend Jahren. Die Temperaturabsenkung ist eine Langzeitentwicklung über 70 und mehr Jahrtausende. Das sind tertiär als Nachfolge...*unverständlich*... Oberflächenwassers ..., und nur über das sage ich etwas aus, und die Photosynthese ist geringer gewesen um den Faktor 2 gegenüber der Kreide. Und daß bedeutet eine massive Änderung des Klimas.

ZIEGLER: Mich fasziniert, wie man so ein großes Ereignis wie diese Grenze einengen kann und im Gelände hier findet.

PREISINGER: Das ist so wie mit einer Stecknadel im Heu. Ich habe das das erste Mal Gubbio in Italien gesehen und untersucht und auch mit ALVAREZ gesprochen, daß war etwa 17 Jahren, und dann habe ich gesagt, es muß sowas in Österreich auch geben. Ich habe mich an die Geologen gewandt und gefragt, ob es irgendwo eine Grenze in Österreich gibt. Ja, haben sie gesagt, sicher gibt es Grenzen, aber nur, das waren nicht Grenzen, das waren meistens Kontakte.

Wie gehen wir vor? Kreidefossilien sind für den Paläontologen oder Mikropaläontologen leicht zu sehen und zu erkennen, daß ist keine Schwierigkeit. Man sieht also z.B. 10 m über diesen Fossilien hat sich die Fossilienzusammensetzung geändert. Immer mehr nähert man sich so der Grenze, und wenn man auf Nahdistanz ist, kann man sagen, jetzt schauen wir, ob wir Iridium finden. Man geht so schrittweise vor, die Iridiumuntersuchung kostet eine Menge Geld.

Und dann finden Sie eine Tonschichte, da ist kein Kalk drinnen das ist ein Hinweis, ok. jetzt macht man genauere Bestimmungen und wenn man alles gefunden hat, kann man die Grenze festlegen. Wenn etwas fehlt, kann man dann bei genauerem Nachsehen auch immer

feststellen, daß dies eben nicht die Grenze war.

TOLLMANN: Manchmal sieht man diese Grenze makroskopisch ausgezeichnet, ich habe an drei Stellen in China die Perm-Trias-Grenze gesehen, es war jedesmal diese Tonschicht, 2 bis 3 cm, und sie war anders gefärbt und im Liegenden wie Hangenden überall etwas anderes. Vorher z.B. war an einer Stelle Kalkserie mit permischen Fusuliniden, darüber Sandstein mit ..*unverständlich*.. in den untersten Lagen und dazwischen die Tonschicht. Manchmal sieht man das makroskopisch.

PREISINGER: ....*unverständlich*....die ich auch untersucht habe, aber da ist fast kein Iridium darin, aber dafür sehr viele Sedimente die von Vulkanen her stammen, das ist diese Perm/Trias - Grenze. Was das auch immer bedeuten mag, ich habe das noch nicht untersucht.

Ich möchte nur sagen, daß es dort nicht eine analoge Grenze gibt zur Kreide-Tertiär-Grenze, die haben wir dort in China nicht gefunden, obwohl ein riesiges Denkmal dort steht.

TOLLMANN: Darf ich etwas dazu sagen, es ist eine Impaktgrenze, das hat inzwischen Ritzi Stumm publiziert

PREISINGER: Ja, aber die Werte konnten nicht nachgeprüft werden der Herr Nastarov(?) hat sie gemacht. Bescheiden haben wir sie auch gemacht, aber wir haben nichts gefunden.

TOLLMANN: Es geht um die ...*unverständlich*....Feldspäte...

PREISINGER: Das mag sein, ich will nicht ableugnen, daß es nicht doch auch einen Impakt gegeben haben könnte, ich betone extra gegeben haben könnte, aber diese Schicht in dem ich mich auf Mai Tan(?) beziehe, ist jedenfalls in ihrer Zusammensetzung im wesentlichen vulkanisch.

TOLLMANN: Ja, das wissen wir

PREISINGER: Na ja, daher kann ich keine .....*unverständlich*.....wenn 90% vulkanisch sind und es sind vielleicht 10% dabei von etwas anderem, ich meine etwas, das charakteristisch und mit Sicherheit ist, daß es sich bei den meisten dieser ..*unverständlich*..

ist. Aber dies ist nicht notwendigerweise durch einen Impakt bedingt, wenn eine Durchmischung des Oberflächenwassers mit Tiefenwasser eintritt, egal durch welches Ereignis, so werden Sie diese Signalabsenkung finden, so wie das auch bei den Bohrungen in Kärnten gefunden worden ist, wie man das in China findet. Es ist sehr charakteristisch, daß hier ein großes Ereignis war, aber nicht notwendigerweise ein Impaktgeschehen.

TOLLMANN: Ich glaube, sie können es momentan durch nichts anderes erklären, es sind 93% der Arten ausgestorben und wie gesagt, wenn ein Komet einschlägt, ....*unverständlich*.... womöglich ein großes Ereignis, wieder in den Weltraum hinaustritt, dann haben sie an der Grenze wenig Iridium, unter Umständen geschockte Quarze, aber sie können dieses Aussterben mit nichts sonst erklären.

PREISINGER: Ein geschockter Quarz würde auch bei geringeren Energien auftreten, das muß nicht durch große Energien hervorgerufen sein. Aber ich nehme an, Herr Schönlaub, Sie werden ja über die Perm-Trias-Grenze etwas sagen. Ich glaube, es gibt bessere, die diese Frage beantworten können als ich.

#### Diskussionsbeiträge von:

**Paul HERBST**

*Inst. f. Geologie*

*Univ. Salzburg*

*Georg Kropp Straße 16*

*A - 5020 Salzburg*

**Univ. Prof. Dr. Heinrich KALLENBACH**

*Am Sandwerder 42a*

*D - 14109 Berlin 39*

**Dr. Gerhard LAUER**

*Erndtgasse 7*

*A - 1180 Wien*

**Ing. Ernst MARKYTAN**

*Sanatoriumstraße 19-25/18/4*

*A - 1140 Wien*

**Univ. Prof. Dr. Anton PREISINGER**

*Inst. f. Mineralogie*

*TU Wien*

**UNBEKANNT:** Es ist nicht von ungefähr, daß an der Kreide-Tertiär-Grenze auch gleichzeitig die Grenze zwischen Mesozoikum und Känozoikum liegt. Schon voriges Jahrhundert ist makropoläontologisch erkannt worden daß da eine ganz große Grenze in der Geschichte unserer Erde. Dies ist von Ammoniten sehr lange bekannt, daß ist von Dinosauriern schon lange bekannt und mit Sicherheit ....*unverständlich*....jede einzelne Bank mit dem freien Auge ansehen.

**PREISINGER:** Ja sicher, daß sehen sie mit dem freien Auge oder mit der Lupe.

**UNBEKANNT:** ..*unverständlich*...

**PREISINGER:** Von den Paläontologen her wurde das Aussterben immer als ein langsames Aussterben interpretiert. Hier wollte ich ihnen nur vor Augen führen, daß hier ein Paradigmenwechsel aufgetreten ist. Dieses langsame Aussterben ist sicher das normale Geschehen, aber an bestimmten Zeitmarken der Erdgeschichte ist eben das Aussterben nicht ein Darwinisches Aussterben, sondern ein Impaktaussterben.

*Getreidemarkt 9*

*A - 1060 Wien*

**Univ. Prof. Dir. Dr. H. P. SCHÖNLAUB**

*Geologische Bundesanstalt*

*Rasumofskygasse 23*

*A - 1030 Wien*

**Univ. Prof. Dr. Alexander TOLLMANN**

*Inst. f. Geologie, Univ. Wien*

*Geozentrum*

*Althanstraße*

*A - 1190 Wien*

**Dr. Norbert WEISSENBACH**

*Steelerstraße 167*

*D - 45138 Essen*

**Mag. Walter ZIEGLER**

*BG u. BRG Neunkirchen*

*Otto Glöckel Weg 2*

*A - 2620 Neunkirchen*

