

# BARBARA-GESPRÄCHE

## Payerbach 1997

Impakte (kosmische Einschläge) -  
ihre Auswirkungen auf die Erde und das Leben

A. TOLLMANN



Payerbach,  
4. Dezember 1997

## INHALT

Summary	89
Zusammenfassung	89
1. Bedeutung der Impakte	90
2. Die Impaktoren	92
3. Häufigkeit und Nachweis von Einschlägen	92
4. Spektakuläre Impakte	97
5. Gegenmaßnahmen	105
6. Literatur	106

*Anschrift des Verfassers:*

*Univ. Prof. Dr. Alexander TOLLMANN  
Inst. f. Geologie, Universität Wien  
Althanstrasse 14  
A - 1090 Wien*

Barbara-Gespräche Payerbach 1997	Band 4	"Events und Evolution" "Karsthydrologie und Wasserhaushalt"	Seite 87- 108 Abb. 1	Wien 2000
-------------------------------------	--------	--	-------------------------	-----------

# Impakte (kosmische Einschläge) - ihre Auswirkungen auf die Erde und das Leben

A. TOLLMANN

## Summary

### Impacts and their effects for the earth and for the life

This paper gives insight into the importance of the impacts for the evolution of the earth and the life, today still totally underestimated. Some events caused by impacts are described. A short characterization of the impactors explains their composition, dimension, number, origin and their explosive force released by the burst.

The number of impacts on our planet was absolutely underestimated, still a few years ago. Just now this question can be better answered, because new methods for the calculation have been found. The error in former times was produced by the underestimation of the number of comets and by a wrong assessment of the content of iridium in the fireball layer. The content of iridium is the smaller the bigger the comet and as a result the explosion, because in this case the most part or all of the iridium escapes into space. This is demonstrated by the example of the megaimpact of the Permian/Triassic boundary.

In the Germanspeaking countries it has even been claimed that only the K/T-impact had a global effect. To correct this error, a table is given with more than a dozen megaimpacts with global consequences, proved by craters and/or typical impact symptoms and mass extinctions. Two remarkable impacts are discussed in greater detail, a new one and a second one, the real importance of which has not yet been realized. The first is the oldest and the biggest terrestrial crater, namely the Hudson bay crater from the 2,5 milliarde years old Archaic/Proterozoic boundary, nearly 550 km large, with an origin like the "maria" of the moon. In the analysis of the other event, the Flood impact about 9500 years ago, it is pointed out that the numerous eyewitness reports give many indications, which go far beyond the data of the Alvarez impact, because they give information about effects, which cannot be preserved in fossilized documents. The Flood impact is proved by new facts from the Köfels Krater in Tyrol.

Finally the possibility is discussed, to defend the earth against the impacts. In present time there exists, I admit, theoretically this possibility, but the real defence against an impactor on collision course will be possible only in two decades or even only in two centuries. Today we are left unprotected against an impact with our planet - full of 442 nuclear power stations - highly sensitive against impactearthquakes. Even the defence by intercontinental rockets is not possible, because they do not reach the velocity required to overcome the earth gravity to enter space.

## Zusammenfassung

Die Studie gibt Einblick in die Bedeutung der Impakte für die Entwicklung der Erde und des Lebens, die heute noch völlig unterschätzt wird. Es werden einige Impact-bedingte Entwicklungsschritte der Erde skizziert. Eine Kurzcharakteristik der Impaktoren berichtet über deren Zusammensetzung, Größe, Zahl, Herkunft und die von ihnen beim Einschlag entwickelte Sprengkraft an Beispielen.

Die Zahl der kosmischen Einschläge auf der Erde, besonders in der jüngsten Epoche, war bis vor wenigen Jahren absolut unterschätzt worden. Derzeit sieht man da schon klarer, weil neue Berechnungsmethoden gefunden worden sind. Die frühere Unterbewertung kam dadurch zustande, daß man die Kometen unterschätzt hatte und ferner nur nach dem Iridium-Gehalt der Feuerball-Schicht vorging. Dabei wird der Iridium-Gehalt umso kleiner bis zum völligen Verschwinden, je größer der Komet und daher die Explosion und die ins All entweichende Explosions-Fontäne ist; dies wird am Beispiel des P/T- (Perm/Trias-) Megaimpaktes erläutert.

Auch hat man sich in den deutschsprachigen Ländern vielfach bis in die Gegenwart dazu verstiegen, globale Auswirkungen nur dem K/T-Impakt zuzubilligen. Zur Richtigstellung wird eine Tabelle mit über einem Dutzend Großimpakten mit weltweitem Massensterben beigelegt, die durch ihre Krater und/oder durch die typischen Impakt-Auswirkungen bewiesen sind. Zwei besonders bedeutende Impakte werden etwas näher behandelt, da einer bisher überhaupt nicht erfaßt wurde, der andere noch kaum ins Bewußtsein gedrungen ist: Bei ersterem handelt es sich um den etwa zweieinhalb Milliarden Jahre alten Hudsonbay-Impakt, dessen Krater mit einem ursprünglichen Durchmesser von rund 550 km den bisher ältesten und zugleich größten irdischen Krater vom Typus der Mond-Maria darstellt. Vom zweiten, dem vor ungefähr neuneinhalbtausend Jahren stattgehabten Sintflut-Impakt wird hervorgehoben, daß wir durch die Kenntnis dieses in zahllosen Berichten durch Augenzeugen vom Homo sapiens selbst beschriebenen Ereignisses ein gutes Stück im Wissen um das Impaktgeschehen über die nur geologisch erfaßbaren Daten des Alvarez-Impaktes hinausgekommen sind und nun auch über die Begleitumstände Bescheid wissen, die nicht fossil erhaltungsfähig sind. Zu diesem Impakt wird an Hand stichhältiger alter und ganz neuer Fakten der Beweis geführt, daß der Köfeler Krater in Tirol mit Sicherheit ein Festlands-Impakt eines Fragmentes des Sintflut-Kometen ist.

Abschließend wird auf die Möglichkeit einer strategischen Bekämpfung solcher Einschläge auf der Erde eingegangen. Derzeit existiert zwar die theoretische Möglichkeit zur Ablenkung eines Impaktors auf Kollisionskurs, aber eine praktische erfolgreiche Bekämpfung wird günstigenfalls in zwei Jahrzehnten oder etwa erst in zwei Jahrhunderten möglich sein. Derzeit jedenfalls wären wir einem im Nuklearzeitalter verheerend wirkenden Einschlag trotz der Atomraketen schutzlos ausgeliefert, da nicht einmal die Interkontinentalraketen die nötige Entweichgeschwindigkeit zur Überwindung der irdischen Schwerkraft erreichen können, um in den Weltraum vorzudringen.

## 1. Bedeutung der Impakte

Impakte bewirken gegenüber allen übrigen Naturprozessen die fundamentalste Umgestaltung der Erde, des Lebens und des Geistes. Ihre Häufigkeit und ihre Bedeutung wurde einst und wird heute - besonders im deutschsprachigen Mitteleuropa - völlig unterschätzt. Die meisten Geologen, mehr noch die Paläontologen und erst recht die Geisteswissenschaftler sind weit entfernt davon, die Tiefe der kosmischen Eingriffe auf unserem Planeten und in unserer Seele zu begreifen.

Kein Wunder: Sie kennen sie nicht aus eigener Anschauung, bis zu Beginn unseres Jahrhun-

derts hatte man keine Spuren ihrer Auswirkung auf der Erde gekannt, hatte die Impaktkrater auf der Erde, den Planeten und Monden sämtlich mißdeutet und stand noch bis zu meiner Studienzeit nach dem Zweiten Weltkrieg ganz unter dem Einfluß von Lyell's Aktualismus, der keine Katastrophen in der Erdgeschichte zuließ und sprach ferner noch unter Rückfall hinter die Antike Mensch, Tier und Pflanze eine Seele ab.

Noch fünf Jahre nach der epochemachenden Erkenntnis von Luis Alvarez im Jahre 1980, der Wesen und Wirkung der Impakte mit Nobelpreisträger-Genialität auf Anhieb bis ins einzelne geklärt hat und damit den nächsten

Schritt nach dem kopernikanischen heliozentrischen Weltbild zum kosmischen Weltbild, zur völligen Abhängigkeit fundamentalen irdischen Geschehens von den Ereignissen im Universum getan hat, wurde er in der New York Times mit bitterem Hohn überschüttet. Und noch heute stellen österreichische Geologen fest, daß sie noch immer keine befriedigenden Antworten auf die plötzlichen weltweiten Massensterben wissen, trotz Alvarez 1980.

So will ich zu Beginn der Ausführungen einige Episoden, die auf Impakten beruhen, in Erinnerung rufen, um die Macht dieser Schläge aus dem All zu verdeutlichen und zugleich die Abhängigkeit des Schicksals der Menschen vom außerirdischen Geschehen:

1. Die Existenz und Bildung der Erde verdankt nicht der Verdichtung von Urnebeln ihre Entstehung, sondern Impakten. Aus der Vereinigung von Planetoiden bildete sich ein Zentrum heraus, das durch Gravitation immer weitere Weltkörper an sich zog und durch diese Akkretion seit 4,6 Miard. Jahren bis heute weiterwuchs. In der ersten Zeit bis 3,8 Miard. Jahre war die Bombardierung gewaltig, dann verlangsamt. Durch einen gewaltigen Treffer im Frühstadium wurden zahlreiche Trümmer der Erde auf eine Umlaufbahn ausgeschleudert, aus denen sich der Mond bildete (G. J. Taylor 1994, S. 29 nach Hartmann & Doris). In der Zeit bis 3,8 Miard. Jahre konnte sich auf der Erde kein Leben bilden, da die gigantischen Einschläge die Erde so stark erhitzten, daß das gesamte Meer wiederholt verdampfte.
2. Der nachmalige Lebensraum auf der Erde vergrößerte sich durch einen gigantischen Impakt eines Mars-großen Planetoiden um 4 Miard. Jahren gewaltig, der die Erdachse um  $23\frac{1}{2}^\circ$  gekippt hatte, dadurch die Jahreszeiten bewirkt und hierdurch den Wüstengürtel und die polaren Eiskappen zurückgedrängt hat. Außerdem wurde die Rotation der Erde beschleunigt, woraus ein rascher Tag- und Nachtwechsel und eine beträchtliche Gezeitenwirkung der Ozeane resultiert. Ein noch schwererer Treffer muß den äußersten Planeten Uranus in seiner Frühzeit betroffen haben, sodaß er komplett seitlich verkippt ist.
3. Die Ozeane, dieses Reservoir für die Entwicklung des Lebens, verdanken ebenfalls vorwiegend Impakten ihre Existenz und nicht, wie wir bisher glaubten, juvenilen Wässern, die die Vulkane aushauchen. Diese tragen nur zum Wasservolumen bei: Das Ozeanwasser enthält nämlich ebenso wie das Kometenwasser den schweren Wasserstoff  $^2\text{H}$ , Deuterium, allerdings nur halb so viel. Aber juveniles irdisches Wasser ist frei davon. Zu den großen Kometen-Einschlägen kommt nach L. Frank (1986, S 107) jährlich ein Eisbrocken-Regen von Zehnmillionen hausgroßen, bis je 60 t schweren Mikrokometen in der Atmosphäre hinzu.
4. Der Impakt eines 12 km großen Planetoiden an der Kreide/Tertiär-Grenze vor 65 Mio. Jahren ermöglichte durch die schlagartige Ausrottung der Saurier, den langzeitigen Beherrschern der Erde, das Aufkommen der Säugetiere und damit auch der Menschen. Die Säuger waren ja im Mesozoikum auf Kleinformen mit Nachtleben beschränkt und mußten neben den Sauriern ein Schattendasein führen.
5. Die radioaktive Strahlung, die mit jedem Impakt vor sich geht (hohe C 14-Produktion) bewirkt die hohe Mutation in der reduzierten Lebewelt nach dem Einschlag, sodaß die rasche Entwicklung ("Strahlung") neuer Arten den frei gewordenen Lebensraum bald wieder ausfüllt.
6. Möglicherweise sind Kometen auch Lebensbringer (Bakterien, Viren), wenn man die erst seit kurzem bekannte Lebenskraft von Bakterien berücksichtigt: Bis zu  $350^\circ\text{C}$  ertragen sie in den "Schwarzen Rauchern" an den Nähten der Erdkruste am Meeresboden; die Kälte des Weltraums, den Mangel an Sauerstoff und die hohe Strahlung haben irdische Bakterien, auf den Mond verschleppt, zwei Jahre überstanden, als die Seismographen und ihre Kabel zur Erde zurückgeholt wurden. Dutzende bis Hunderte Jahrmillionen können sie in Form von Dauersporen überleben, eingeschlossen

im Bernstein oder in Lagerstättenwässern. Dadurch denken manche Forscher wohl zurecht, daß Kometen nicht nur Lebensvernichter, sondern vielleicht auch Lebensbringer im Universum sind - teils mit Dauerformen im Eis, teils möglicherweise sogar in flüssigem Wasser im Inneren von Riesenkometen, das nach der Meinung von Sir Fred Hoyle durch die radioaktive Aufheizung durch Gesteinsanteile im Inneren von Großkometen denkbar wäre.

7. Die Gottesidee, die Religionen und das Nachdenken über ein Weltbild hat nachweislich der Sintflut-Impakt vor 9.500 J. gebracht (s.u.). Das Wissen um die Großzyklen in der Menschheitsentwicklung, symbolisiert durch das "Weltenjahr" (~10.000 Jahre) der Antike zwischen zwei Impakt-bedingten Sintfluten, ist jüngst im Sinne von A. & E. Tollmann (1993, S. 126, S. 409) durch G. Verschuur (1996, S. 162) auf Grund von Neuberechnungen durch G. Jeffrey Taylor aus den 5000 über 5 km großen Krater am Mond seit 600 Mio. Jahren abgeleitet worden, was bei Umlegung auf die Erde die 20 fache Zahl angesichts ihrer Größe ergibt und damit bei Meerestreffern eine Sintflut alle 10.000 Jahre im Durchschnitt nach G. Verschuur (1998, S. 166 f.) und nach J. S. Lewis (1997, S. 252) bewirkt: Alle 8.000 - 10.000 Jahre erfolgen solche, bei Meerestreffern sintfluterregende Einschläge von Impaktoren von einer Gigatonne TNT Sprengkraft oder mehr - sodaß Lewis, ohne unsere Arbeit zu kennen, dort automatisch an die Flutepen von Gilgamesch, Noah etc. erinnert wird.

Und daß die Entstehung des Gottesbegriffs auf ein Impakt-Erlebnis zurückzuführen ist, da ein Dämon, ein Gott, als Verursacher angenommen wurde, hat schon Sir Fred Hoyle (1993, S. 47 ff.) nur ein Jahr nach unserer (1992, S. 53) Erkenntnis über die Entstehung des Gottesbegriffs und der Religion ohne Kenntnis unserer Arbeit auch eingehend begründet.

Jüngst ist diese Theorie vom Beginn des Dämonen/Götter-Kultes sogar schon durch

die Archäologie durch Funde des ältesten Heiligtums der Menschheit mit "Skulpturen von löwen- und drachenartigen Fabelwesen mit fletschenden Zähnen" in Göbekli Tepe in Anatolien aus der vorhergesagten Zeit vor rund zehn Jahrtausenden bestätigt worden (Geo 1996, S. 163).

8. Die Weltraumforschung, besonders durch die NASA, ist seit dem auf Alvarez zurückgehenden Wissen um die Impakte mächtig stimuliert und seit der Erfassung einer Unmenge von Impaktoren auf Erdbahnkreuzendem Kurs besonders durch Eugene Shoemaker und durch die Berechnungen der Gefährdung der Erde gewaltig beschleunigt worden. Das Wissen um den Impakt des ursprünglich 10 km großen und zuletzt in 21 Fragmente zerfallenen Kometen Shoemaker-Levy 9 auf dem Jupiter im Jahr 1994 hat sogar den Weltraumausschuß des US-Repräsentantenhauses so sehr aufgeschreckt, daß er sofort einen Gesetzesentwurf einbrachte, durch den die NASA verpflichtet wurde, alle gefährlichen Impaktoren bis zum Jahr 2005 zu erfassen (C. Sagan 1994, S. 329).

Aber nicht nur wegen der Abwehr solcher Impaktoren studiert man die Asteroiden, die Amerikaner denken sogar schon an eine - allerdings in weiter Ferne liegende - äußerst gefahrvolle Nutzung von metallischen Asteroiden, die 10% dieser meist nur aus Gestein bestehenden Weltkörper ausmachen. In der Universität Arizona hat man z.B. den 1 km großen erdnahen Asteroid Amun bereits im Detail untersucht und in Dollar umgerechnet: der Metallgehalt an Cobalt, Nickel, Platin und Eisen beträgt 3,5 Billionen \$ (J. S. Lewis 1997, S. 300).

## 2. Die Impaktoren

Welche Arten von Weltkörpern treffen die Erde oder werden bei einem Nahvorbeiflug durch das universell wirksame Hauptprinzip im All, das an sich Raffes durch die (physikalisch kaum verständliche) Kraft der

Gravitation einverleibt? Hier nur ein ganz kurzer Hinweis zur Charakterisierung der wichtigsten großen Objekte:

- a) Die Planetoiden/Asteroiden bestehen zu 10% aus Metallen, 15% aus silikatischem Gestein und 75% sind kohlenstoffhaltige Typen. Sie stammen entweder aus dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter oder sind ein Endprodukt aus Kometen, die durch häufigen Umlauf um die Sonne ihre flüchtigen Anteile verloren haben. Kleine Objekte - je nach Konsistenz bis um 50 m - explodieren schon bei Aufprall in der dichteren Atmosphäre, größere schlagen bis zur Erde unter Kraterbildung durch. Ab 250 m große Objekte bewirken beim Einschlag im Ozean sintflutartige Überschwemmungen, über 1 km große Asteroiden werden weltweit für die Zivilisation zur Gefahr und fordern bereits ohne Berücksichtigung der Atomkraftwerke 1 Miard. Tote. Der Asteroid, der die Erde zu Ende der Kreidezeit traf, zu einer der großen Erdkatastrophen führte und die Saurier ausrottete, hatte einen Durchmesser von 12 km. Die größten Asteroiden erreichen wie Ceres fast 1000 km. Gefährlich sind für uns vor allem jene Asteroiden, deren Umlaufbahn die Erdbahn kreuzt. Man vermutet 2200 solcher "Erdbahnkreuzer" von mehr als 1 km Durchmesser und 10.000 solcher Objekte von über ½ km Größe. Aber insgesamt wird die Zahl der Asteroiden unter Einbeziehung der erdfernen Objekte in die Millionen gehen. Bisher kennt man die Umlaufbahnen von 6000 Asteroiden. Die Durchschnittsgeschwindigkeit von Planetoiden beträgt 18 km/sek. (vgl. Erdbewegung auf ihrer Bahn 30 km/sek.).
- b) Die Kometen, die vorwiegend aus Wasser- eis mit Brocken von Gestein und Metallen bestehen, weisen eine hohe Geschwindigkeit auf - durchschnittlich 65, maximal 72 km/sek. -, weisen daher eine wesentlich höhere Schadenswirkung auf und sind bei früheren Berechnungen der Einschlagshäufigkeit von Impaktoren weit unterschätzt worden. Während man die elliptischen Bahnen der Kurzzeitkometen (bis 200

Jahre) besser kennt, sind die langperiodischen Kometen mit häufig Umlaufzeiten um 100.000 Jahre weitgehend unbekannt. Auch Kometen können Durchmesser von Hunderten km erreichen.

Ihr Herkunftsgebiet ist in erster Linie die seit längerem bekannte Oort'sche Wolke, die in Kugelform unser Sonnensystem sehr weit außen umhüllt. Sie enthält Trillionen von Kometen. Seit kurzem hat man zunächst theoretisch einen weitaus näheren Eisgürtel, den Kuiper-Gürtel ermittelt, der direkt an die äußersten Planeten Neptun und Pluto anschließt. Ab 1992 konnten seine Eisbrocken mit durchschnittlich 300 km Durchmesser direkt beobachtet werden. Bisher kennt man 40 solcher Eistrümmer ("Plutinos"). Milliarden potentieller Kometen erwartet man aber im Kuiper-Gürtel. Schließlich aber kann unser Sonnensystem die Spiralarme von Galaxien queren, in denen weitere Kometenschwärme angesammelt sind. Diese können dann den Kometenfluß auf lange Zeit beträchtlich erhöhen, was naturgemäß vorher nicht berechenbar ist. Nach Shoemaker queren wir derzeit seit einer Million Jahre einen solchen Schwarm, der die Einschlagsquote bis auf das Dreifache erhöht.

Kometen, die in das Planetensystem gelangen, werden bei einem nahen Vorbeigang am Riesenplanet Jupiter oft in dessen Gravitationsfeld in Trümmer zerlegt, da sie ja ein lockeres Gefüge haben (Dichte kleiner als Wasser) und daher die dem Jupiter näher liegenden Teile stärker angezogen werden. Außerdem trägt ein naher Vorbeiflug in der Hitze der Sonne ("Sonnen-schrammer" nähern sich bis auf halben Sonnendurchmesser!) zur Fragmentierung bei. Das Eintauchen in eine Atmosphäre knapp vor dem Einschlag führt gelegentlich zu einem Zerlegen im letzten Moment, sodaß man dann enge lineare Einschlags-spuren (Krater) von vielen Einzelteilen beobachten kann.

Von Interesse ist noch die Sprengkraft der Impaktoren bei ihrem Einschlag, die an Hand

von einigen Beispielen nach J. Lewis (1997, S.82f., S.282 f.) u.a. verdeutlicht werden soll. Die Sprengkraft eines der größten untersuchten Asteroiden-Einschläge auf der Erde, jenes 12 km großen und über eine Trillion t schweren Brockens, der vor 65 Mio. Jahren in Mexiko niederging, hat in Yukatan einen

300 km breiten Krater ausgeworfen, also der Entfernung Wien-Salzburg entsprechend, und 16 km tief! Es wurde dabei also ein Stück Erdkruste, die einen Gutteil der Ostalpen beträgt, in die Luft gejagt. Dies entspricht der Sprengkraft von 100 Millionen Megatonnen = 100 Teratonnen des Sprengstoffes TNT.

Zum Vergleich ein paar Daten:

Hiroshima-Bombe 6.8.1945:	20 Kilo t TNT	=	20 Tausend t TNT
1. Wasserstoff-Bombe 1.11.1952:	6 Megatonnen	=	6 Mio. t
Arizonakrater 1200 m Ø, 200m tief, 49.000 J. alt:	15 Megatonnen	=	15 Mio. t
Tunguska-Explosion; Sibirien; 7km Höhe, 30.6.1908:	15 Megatonnen	=	15 Mio. t
Größte künstliche Explosion, Nowaja Semlja 1962:	60 Megatonnen	=	60 Mio. t
Impaktoren mit 250 m Ø, Sintfluten alle 8.000 - 10.000 J.:	1 Gigatonne	=	1 Miard. t
Impaktoren mit 1 km Ø, weltweite Killer:	100 Gigatonnen	=	100 Miard. t
Endkreide-Einschlag > 10 km Ø, 65 Mio. J.:	100 Teratonnen	=	100 Billion. t

### 3. Die Einschläge

Die Häufigkeit der Einschläge wurde bis jüngst mit völlig unzureichenden Methoden ermittelt. Man versuchte, sie aus den bisher über 150 bekannten Erdkratern zu berechnen, die aber nur einen ganz geringen Bruchteil der einst vorhandenen Krater bilden oder aus der Zahl der bekannten erdbahnkreuzenden Planetoiden durch Extrapolierung, ebenfalls absolut unbrauchbar.

Nun wurde eine intelligentere Methode gefunden: Nachdem die Impakt-Krater am Mond alle erhalten sind und Teile des Mondes durch Proben altersdatiert sind, kann man aus der Zahl der Mondkrater bestimmter Größe auf 20x so viele Krater auf der entsprechend größeren Erde schließen. Als zweite Methode läßt sich aus der Zahl und Größe der noch gut erhaltenen Erdkrater aus der jüngsten Zeit, den letzten paar Millionen Jahren, auf die vom Menschen erlebten Einschläge bzw. Sintfluten durch Meerestrefler schließen (E. Versuur 1996, S. 162, S. 167): Dabei ergibt sich im Durchschnitt eine Sintflut-artige Überschwemmung in jeweils etwa 10.000 Jahren - das "Weltenjahr" der Antike.

Uns interessiert natürlich, wieviele Mega-impakte die Erde erlebt hat, die das Leben einschneidend und weltweit gravierend beein-

flußt haben. Zunächst sei die Überlegung angebracht, daß wir durch Alvarez ja nun nach Kenntnis der vielfältigen, gravierenden Auswirkungen eines Impaktes das Mittel haben, das schlagartige kurzfristige Erlöschen riesiger Faunenanteile von 30% der Arten und mehr zu verstehen, das durch kein anderes, irdisches Ereignis in so kurzer Zeit - dokumentiert durch den schmalen Grenzhorizont - zu erklären ist. Es gilt nur, in den entsprechenden Horizonten mit Massensterben konkrete Beweise durch die ja sehr spezifischen Impakt-Auswirkungen nachzuweisen. Ohne hier auf die heute bekannten entsprechenden Signale näher eingehen zu können, sei nur kurz daran erinnert: Kraterbildung mit Shattercones (=Schmetterkegeln), Brekzien mit Aufschmelzungsprodukten, Iridium-Anomalie verbunden mit Elementen der Platin-Metall-Gruppe wie Platin, Osmium, Rhenium, Palladium, Rhodium, Tektite und Mikrotektite, lamellierte Streßminerale, Hochtemperatur-Quarze, charakteristische Nickel-Eisen-Gehalte, nickelreiche Magnesioferrit-Spinelle und eine Änderung des Isotopengehaltes  $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{18}\text{O}$ .

Eine besondere Bedeutung unter diesen Kriterien nahm der stark erhöhte Gehalt des Iridiums, dieses siderophilen, an die Metallkerne von Weltkörpern gebundene Element an, das eben auf der Erdoberfläche eine Rarität bildet, während es direkt ein "Leitelement" für metal-



liche oder metallreiche Impaktoren darstellt. In seiner Beurteilung wollten die Gegner der Impakt-Theorie Iridium lange nicht als Impakt-Nachweis gelten lassen, da sie in dem aus großer Tiefe hochkommenden vulkanischen Material auf Hawaii auch Spuren von Iridium fanden - vergaßen aber, das bei Einschlägen auf dem Kosmos auch die ganze Gruppe der Platin-Metalle das Iridium begleitet.

Ein ähnlicher Lapsus unterlief aber auch den Anhängern der Impakt-Theorie: Anfangs war für sie eben das Iridium der führende und notwendige Beweis für ein kosmisches Geschehen. Sie übersahen dabei zwei Fakten: erstens, daß bei gewaltigen Einschlägen die Explosionskraft so hoch ist, daß das hochgeschleuderte Material die irdische Entweichgeschwindigkeit von 11 km/sek. überschreiten kann und dann eben das ganze eingebrachte Iridium wieder im All verschwindet und zweitens, daß der Anteil an Iridium der hauptsächlich aus Wassereis bestehenden Kometen in den mitgeführten festen Partikeln von vornherein äußerst niedrig sein kann. Gerade bei den Megaimpakten solcher Art mit sehr hohen Prozentzahlen des Artensterbens ist daher im Falle von Kometen als Verursacher von vornherein ein niedriger bis sehr niedriger Iridiumgehalt zu erwarten und man wird deshalb die Aufmerksamkeit auf die übrigen Impakt-Indizien wie Streßmineralien usw. richten.

Genau dieser Fall ist z. B. beim Perm-Trias Grenzimpakt eingetreten: Der Iridium-Gehalt in den schön aufgeschlossenen, wenige cm-dicken typischen Grenzton-Horizonten in China hat bei wiederholten Untersuchungen (auch in den eigenen Proben dreier Lokalitäten) sehr niedrige Gehalte ergeben. Aber schon die Untersuchung von Li Zi-Shun et al. (1991, S. 380) hat die lamellierten Streßmineralien in diesem Grenzhorizont in China nachgewiesen, was jüngst durch amerikanische Forscher wieder bestätigt worden ist. Dieses markanteste Aussterbe-Geschehen im Phanerozoikum (93% aller Arten ausgelöscht!) geht also ohne Zweifel auf einen Kometen-Megaimpakt zurück. Damit harmoniert auch die Aussage eines Mitarbeiters von H. P.

Schönlaub bei den Barbara-Gesprächen 1997, daß bei ihren Untersuchungen der Perm/Trias-Grenze in Österreich in den Karnischen Alpen auch nur eine mäßige, aber merkbare Erhöhung (vierfach normal) des von Schönlaub dort nicht erwähnten Iridiumgehaltes nachweisbar war.

Ähnliches ist vom Sintflut-Impakt, der ja durch Augenzeugen als Kometeneinschlag geschildert worden ist, zu vermuten. Der altersdatierte darauf zurückgehende Köfeler Krater in Tirol zeigt in den Schmelzprodukten eben nur diese mäßige Erhöhung von Iridium (Bujatti-Narbeshuber et al. 1995, S. 83) wozu H. Heuberger kommentierte: Wenn man mehr Iridium findet, dann stimmt die Kometen-Theorie nicht - aber der Iridiumgehalt harmoniert eben mit dem Kometen.

Da in Österreich lange unter den Fachleuten die grundfalsche Meinung herrschte, daß nur ein einziger Impakt (der K/T-Impakt) weltweite Auswirkungen gehabt habe und man hier heute - fast zwei Jahrzehnte nach Alvarez - noch immer an der Ursache von "fünf großen Massensterben" des Phanerozoikums herumrätelt und tellurische Ursachen sucht, aber nicht findet, soll anschließend eine Liste der schlagartigen Massensterben und der großen Impakte der Erdgeschichte zeigen, daß bereits jetzt in vielen Fällen der Konnex dieser Phänomene durch Impakt-Merkmale schlüssig beweisbar ist, wo bis vor kurzem noch Ausreden für die Iridium-Anomalie (Anreicherung durch Algen etc.) gemacht worden sind oder wie für das Massensterben am Ende des Malm erst gegenwärtig der zugehörige Morokweng-Krater in Südafrika mit ungefähr 340 km Durchmesser gefunden worden ist. So sehr stehen wir in der Impakt-Forschung noch am Anfang. Kein Zweifel, daß mindestens all die angeführten Massensterben mit Extinktionen von mehr als 30% der Arten impaktbedingt sind, wie ja vielfach durch typische Merkmale schon bewiesen. Das bedeutet, daß wir heute schon mehr als ein Dutzend global wirksamer Impakte erfassen können.

## Impakte mit globaler Auswirkung

Altersangaben ungefähr

Quartär	Holozän	Sintflut-Impakt	~9.500 v.h.	7 Haupteinschläge, Krater Köfels/Tirol, Iridium, Nickeleisen, Shattercones, Streßminerale, Mammut †, Augenzeugenberichte
	Pleistozän			
Neogen	Pliozän	Bellinghausen-Impakt	2,15 Mio.	Planetoid 4 km Ø, S-Pazifik
	Miozän			
	Oligozän	Wende Eoz./Oligoz.-Imp.:	38 - 34 Mio.	Popigai-, Chesapeak Bay-, Azuara-Krater, Iridium, Tektite, 22% der Arten †
Paläogen	Eozän			
	Paleozän	Saurier-Impakt	65 Mio.	Chicxulub- 300 km Ø, Manson-, Kara-Krater, Iridium, 13 C-Anomalie, S-Isotopen-Wende, 63% der Arten †
Kreide	Oberkreide	Cenoman-Aussterben	91 Mio.	33% der Arten †
	Unterkreide	Apt-Aussterben	113 Mio.	31% der Arten †
		End-Malm-Aussterben	144 Mio.	Morokweng-Krater ~ 340 km Ø 31% der Arten †
	Malm			
Jura	Dogger	Lias/Dogger.Grenzimp.	180 Mio.	Iridium
	Lias	Pliensbach-Aussterben	193 Mio.	33% der Arten †
		Endtrias-Impakt	213 Mio.	Manicouagan-Krater, Streßminer., 63% der Arten †
Trias		Perm/Trias-Grenzimpakt	245 Mio.	Streßminer., 13 C-Anomalie, S-Isotopenwende, 93% der Arten †
Perm				
Karbon		Hangenberg-Impakt	360 Mio.	Iridium, anoxisch, Massensterben
Devon		Kellwasser-Impakt	367 Mio.	Siljan-Krater, Irid., Mikrotektite, anoxisch, Massensterben
Silur				
Ordovic		End-Ordovic-Impakt	439 Mio.	13 C-Anomalie, Massensterben
		Spätkambrium Massensterben		
Kambrium		Ediacara-Impakt	570 Mio.	13 C-Anomalie, fast 100% Artensterben
Proterozoikum		Sudbury-Impakt	1850 Mio.	Sudbury-Krater 200 km Ø
		Vredefort-Impakt	1970 Mio.	Vredefort-Krater 140 km Ø, Shattercones, Streßminerale
		Hudsonbay-Impakt	~2500 Mio.	Hudsonbay-Krater 550 km Ø
Archäikum			4000 Mio.	Gigant-Impakt kippt Erdachse um 23½°
		Intensiv-Impaktzeit	4560-3880 Mio.	
		Erd-Akkretion aus Impaktoren	4560 Mio.	Erdentstehung

## 4. Spektakuläre Impakte

Zwei außergewöhnliche Impaktgeschehen sollten hier - da neu bzw. besonders informativ - etwas näher betrachtet werden:

- a) der größte, bislang nicht klar erfaßte Krater der Erde, der Hudsonbay-Krater,
- b) die Neuerkenntnisse vom Impaktgeschehen, die bislang nicht mit geologischen Mitteln erforscht werden konnten, aber in den Augenzeugen-Berichten vom Sintflut-Impakt geschildert worden sind.

### 4a) E. KRISTAN-TOLLMANN 1994: Der Hudsonbay-Impakt

Der Hudsonbay-Krater repräsentiert den ältesten, zugleich größten Impaktkrater der Erde. Erhalten ist die östliche Begrenzung des kreisförmigen Kraterrandes im Südosten der Hudsonbay in Kanada als Ostrand des sogenannten Belcher- oder Nastapoka-

Beckens. Der Durchmesser dieses Kraters beträgt in der heutigen Form über 500 km. Nimmt man noch die durch Ringstrukturen einbezogene Randdeformation der Plattform dazu, so hat dieser Krater in unabgetragener Form etwa 550 km Durchmesser erreicht (Abb. 1).

Die Kraternatur läßt sich klar an den noch erhaltenen bezeichnenden Randstrukturen ablesen: sowohl an den hintereinander gestaffelten ringförmigen Zonen (Nastapoka-Inselring innen - vgl. E. Dimroth et al. 1970, S. 94; Küstenketten-Ring außen) als auch an den für solche Krater bezeichnenden radialen Brüchen, die schon bei E. Kranck (1951, S. 20) und bei späteren Autoren erwähnt und abgebildet sind. Die Füllung mancher radialen Brüche mit Substanzen, die aus den überlagernden Serien gelöst sind (E. Kranck (l.c., S. 67), könnte darauf hinweisen, daß sie posthum, nach Auflagerung des Proterozoikums, weiterbewegt worden sind.

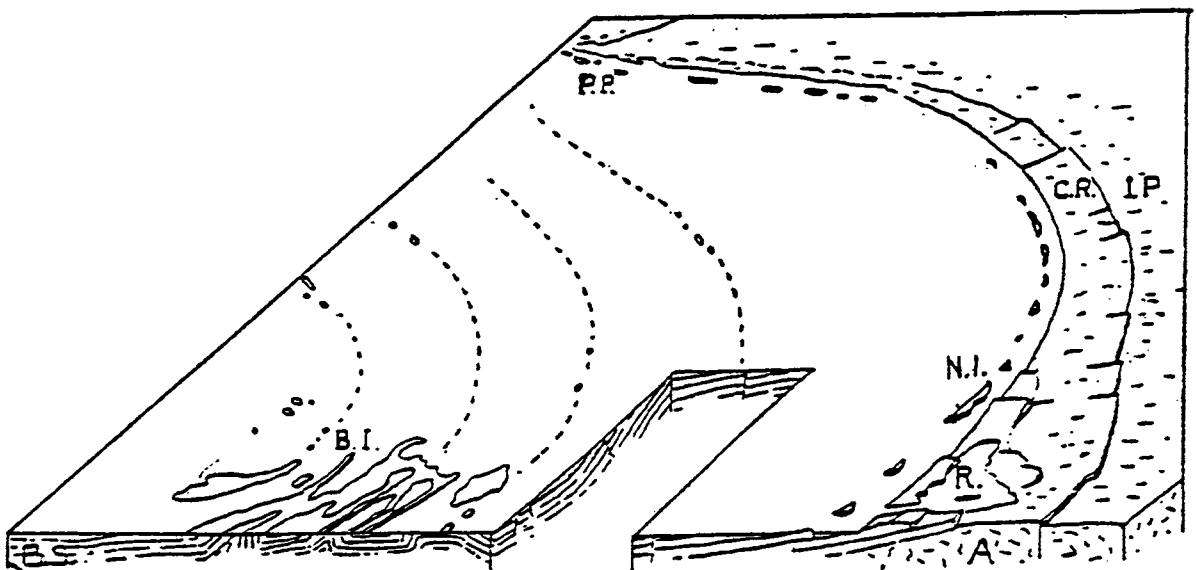


Abb. 1: Schematische Darstellung der Struktur des Hudsonbay-Kraterrandes im Südostteil der Hudsonbay, Kanada (nach E. Kranck, 1981, Abb. 8). Von dem rund 550 km großen Krater ist nur mehr ein 150° Sektor des kreisförmigen Kraterrandes erhalten. Der Impakt erfolgte nach der Konsolidierung des Archäikums (2,65 Mia. Jahre) und vor der Ablagerung des dortigen Unterproterozoikums, also vor 2380 Mio. J., wohl um 2,5 Mia. J. Als Hauptmerkmale stehen die ringförmigen Strukturen des Randes (vgl. D. R. Derry et al. 1950) und die radialen Störungen ins Auge. Die Faltenbildung auf der Belcher-Inselgruppe erfolgte deutlich später (1,9 Mia. J.) - vgl. B. V. Sanford et al. 1979. - Abkürzungen: PP Portland-Vorgebirge, NI Nastapoka-Inseln, CR Küstenkette, IP Inland-Ebene, R Richmond-Golf, BI Belcher-Inseln, BS Belcher Serien, A Archäikum.

Edith Kristan-Tollmann ist Anfang 1991 auf Grund dieser Strukturen zur Überzeugung gelangt, daß dieser Hudsonbay-Arc einen Impaktkraterrand darstellt, hat näheres darüber aber erst nach der vorbereiteten Bereisung und Beprobung dieses Gebietes im Gelände berichten wollen - was aber aus Krankheitsgründen und Tod nicht mehr durchgeführt werden konnte.

Das ungefähre Alter dieser Struktur, die nach ihrem Aufbau keineswegs einen vielfach vermuteten "Inselbogen" darstellt, kann aus dem Alter der beteiligten Gesteinsserien abgeleitet werden: Die Kraterbildung erfolgte nach der Konsolidierung der archaischen Superior-Provinz durch die Kenoran-Orogenese (2650 Millionen Jahre) und vor dem über dem Krater abgelagerten Frühproterozoikum (das am Kanadischen Schild Melaphyr-Sills mit bis 2380 Mio. Jahren aufweist) und das später auf den Belcher-Inseln durch die Trans-Hudson-Orogenese (1,9 Mia. J.) gefaltet worden ist. Die Kraterbildung mag also etwa um 2,5 Mia. J. erfolgt sein. Kein Zweifel, daß dieser Mega-Impakt die Konvektionsströmung im Mantel und damit die frühen plattentektonischen Bewegungen verändert hat - wie G. J. Taylor (1994, S. 32) im grundsätzlichen für solche Ereignisse angenommen hat. In unserem speziellen Fall wird die große Zäsur zwischen Archäikum und Proterozoikum, um 2,5 Miard. Jahre, durch den Hudsonbay-Impakt verständlich.

Die kanadischen Geologen einschließlich R. Grieve wollen überwiegend bis heute nicht an einen erdgeschichtlich so "jungen" Riesenkra-  
ter glauben. Das hat seine Ursache darin, daß die Hauptmasse der riesigen Planetoiden, die für einen derart großen Krater notwendig wären, bis zur Zeit von 3,8 Mia. Jahren von der Erde bereits vereinnahmt worden sind und daher keineswegs 1,5 Mia. Jahre später noch eine solche Riesenstruktur vom Typus der eben wesentlich älteren Mond-Maria entstehen könnte. Dabei wurde aber ganz außer Acht gelassen, daß ja ein riesiger Komet aus dem Weltall jederzeit Krater größter Dimension bewirkt haben kann.

Die Idee, daß der Hudsonbay - Arc nur durch einen Impakt zu deuten ist, ist aber nicht neu - nur unabhängig neu entdeckt. Es zeigte sich sodann aber, daß bereits C. S. Beals 1968 diese Hypothese aufgestellt hat. R. S. Dietz & J. P. Barringer haben sich hierauf auf die Suche nach typischen Impaktmerkmalen wie Shattercones, Schmelzen, Ejekta usf. gemacht, aber keinerlei Beweisstücke gefunden und haben 1973 diesen Mißerfolg glaubwürdig begründet: Ejekta sind bei der langen Ein-  
ebnung der archaischen Plattform erodiert worden und die übrigen Merkmale, die besonders in der Kratertiefe, im zentralen Teil, zu suchen wären, sind durch die in den Krater eingedrungenen Gesteinsschmelzen verhüllt und noch dazu durch das später abgelagerte Alt-Proterozoikum verdeckt. Trotzdem muß noch einmal eine sorgfältige Suche nach schockmetamorphen Mineralien, die Untersuchung der Brekzien, die Ermittlung des Alters der Bruchstrukturen etc. am archaischen Plattformrand durchgeführt werden, wie E. K.-T. geplant hatte.

Die Vorstellung, diese ideale Kraterrandstruktur, die nur im Westen durch einen jüngeren verdeckten Bruch abgeschnitten ist, doch auf einen Impakt zurückzuführen, kommt jüngst wieder in der Arbeit des kanadischen Forschers J. Rondot 1994 zum Ausdruck. Er erwartet wohl mit Recht, daß die flache beckenwärtige Neigung der proterozoischen Serien der Nastapoka-Schichtgruppe auf die Auskühlung und das Nachsinken des Magmas, das in diesen Riesenkra-  
ter eindrang, zurückzuführen ist.

Es gibt keinen irdischen geologischen Prozeß, der diese Struktur des Hudsonbay-Arc mit den ebenmäßigen gestaffelten zirkulären Bruchlinien hätte formen können. Ein Impakt an der Wende von Archäikum zum Proterozoikum hingegen erklärt diese Struktur in befriedigender Weise. Der Hudsonbay-Arc ist nach Alter und Größe an die Spitze der irdischen Impaktkrater zu stellen, mit seinem für die Erde einzigartigen, an die Mond-Maria erinnernden Aufbau. Denn durch die ursprüngliche Tiefe solch riesiger Krater, die mit rund 50 km bis in den Erdmantel eindringen, kön-

nen von dort flächenmäßig Magmamassen aufsteigen und den Krater mit einem gewaltigen Basalt-See erfüllen - was wir ja von den alten Mondkratern mit ihren "Maria" kennen.

#### 4b) Der Sintflut-Impakt

Der Sintflut-Impakt ist einerseits durch die erhaltenen geologischen Zeugnisse dieses Einschlages, andererseits durch die Beschreibung des Naturvorganges in weit über tausend Mythen abgesichert (vgl. E. K.-T. & A. T. 1992, A. & E. T. 1973). Da dieser große Einschlag direkt vom Homo sapiens miterlebt, geschildert und nachweislich über 9500 Jahre getreu überliefert worden ist, so verfügen wir ausnahmsweise über Augenzeugenberichte mit vielen Einzelheiten über den Ablauf eines Impaktes, die in vielem über das von dem Geologen aus der Erdgeschichte Ablesbare hinausgehen und das bisher durch Alvarez bekannte Bild namhaft über die im Gestein manifestierbaren Vorgänge hinaus erweitern. Wenigstens über die wichtigsten Fakten soll hier berichtet werden - Literaturzitate bei A. & E. T. 1993.

a) Physische Prozesse: Die Stärke des Explosions-Windes ist den Angaben, daß die größten Fichten umgerissen wurden und Felsbrocken und Lebewesen durch die Luft gewirbelt wurden, zu entnehmen. Die Hitze des Weltenbrandes schmolz (Persien) Erzadern an, destillierte das Harz aus den Nadelbäumen, das kochend aus der Atmosphäre zurückkam (Mittelamerika). Der Sturzregen fiel vielfach nicht mehr in Tropfen, sondern als Wasserschwaden und -kubaturen, die sich beim Fallen durch die Reibung an der Luft bis zum Kochen erhitzen, sodaß (besonders in Asien) von versengendem Feuerwasser, Sengle Daa (Indien), flüssiger Feuermasse etc. die Rede ist. Der Sturzregen war oft schwarz gefärbt (durch den ausgegeregneten Ruß des Weltenbrandes) oder auch durch beim Wasserauswurf mitgerissenem Schlamm verunreinigt, ja führte sogar gelegentlich Fische mit (Gilgameschepos).

Sturzregen und Flut kommen meist gleichzeitig an. Auch die Sintflut brach meist kochend ins Land ein, oder zumindest warm. Die Überflutung hielt durchschnittlich eine Woche an. Dies auch deshalb, weil die kilometerlangen Tsunamiwellenberge oft längere Zeit brauchten, hohe Hindernisse zu überwinden. Nach vielen Berichten wurde die nordamerikanische Küstenkordillere durch die (auf den Haupteinschlag im Ostpazifik zurückgehenden) gewaltigen Tsunamis erst nach geraumer Zeit überwunden, bis die Flut über die Pässe in die inneren Becken hinunter stürzte. Die Indianer berichten, daß die Flutwelle dort erst nach Einbruch der (Impakt-)Nacht ankam. Wir wissen aus modernen Studien, daß Tsunamis bei ihrem Auflaufen auf dem Festland durch das Nachdrängen der Wassermassen in den enorm breiten Wellenbergen häufig die zehnfachen, gelegentlich die dreißigfache Höhe und mehr der Meereswogen erreichen (vgl. G. Versuur 1996, S. 153; J. Lewis 1997, S. 217: Faktor 35). Die Impaktnacht und der Impaktwinter wurden ausführlich beschrieben.

b) Atmosphärische Prozesse: Die verpestete Luft durch die erzeugten Giftgase und die durch die vielen Meereseinschläge produzierten Säuren, konnten direkt beobachtet werden. Die Vorgänge wurden nach Geruch, Farbe und ihrer ätzenden Wirkung direkt beschrieben. Die heute bei Impakten (Beispiel Tunguska-Impakt 1912) nachgewiesene radioaktive (C 14) und kosmische Strahlung (nach Verbrauch des Ozongürtels zur Stickoxid- und Salpetersäureproduktion) kann durch ihre spezifische, weltweit ausführlich geschilderte Schädigung an Embryonen abgelesen werden.

Gifte wurden z. B. von den Chinesen (Einschlag in der Südchinesischen See) nach dem Geruch "wie aus Sümpfen" und herbem bis bitterem Geschmack charakterisiert. Am klarsten schildern die Anrainer des Nordatlantik-Einschlages die Luftvergiftung in der Edda und in den Traditionen der Druiden aus Britannien: "Pures Gift

senkte sich herab, jeder Windstoß war der Tod."

Besonders stark beeinflusst hat die Umwohner der Haupteinschläge rund um die Welt der "rote Blutregen", der über Land und Meer niederging und den wir mit aller Sicherheit durch die Beschreibungen seiner Auswirkung und den Modus seiner nachweisbaren Entstehung bei Impakten als Salpetersäure identifizieren konnten. Salpetersäure ist bei der Entstehung rotbraun (genaue Farbangabe des "Blutregens" in der Johannes-Offenbarung: Wie das "Blut der Toten", also nicht das hellrote, sauerstoffreiche Blut) und behält diese Farbe bei Dunkelheit und Kälte bei - eben den gegebenen Bedingungen bei Impaktnacht und Impaktwinter. Dieser "Blutregen" ging im Hof der Einschläge in solchen Mengen nieder (was man ja aus der K/T-Impakt-Analyse weiß), daß er nicht nur das Land, sondern sogar das Meer rot einfärbte - wie die Edda vom Nordmeer (Nordatlantik-Impakt) schildert: "Blut des getöteten Riesen Ymir", die Orientmythen vom rot gefärbten Nil und bezeichnenderweise so genannten Roten Meer (Indik-Einschlag), und jene aus der Region von Guatemala (Ostpazifik-Impakt) berichten. Die Verätzungen durch diesen "Blut"-/Salpetersäure-Regen von Mensch und Tier werden vielfach mit Schrecken geschildert: Verätzungen, die bei Überleben ein halbes Jahr schmerzten wie Skorpionstiche, die Wässer werden vergiftet und schmecken bitter wie Wermut. Johannes schildert in seiner Offenbarung mit der "Zornschaalen"-Vision (16, 1-21), wie dieser Blutregen vom Himmel zur Erde ausgeschüttet wird.

- c) Und die Auswirkungen von radioaktiver Strahlung (hoher plötzlicher C 14-Gehalt in den Eichenstämmen genau dieser Zeit von den Stuttgarter Paläobotanikern B. Kromer & B. Becker 1990 nachgewiesen), hoher kosmischer Strahlung (nach Verbrauch des Ozongürtels bei Stickoxid- und Salpetersäure-Bildung), und dem Dioxin (das durch den Weltenbrand mit exzessiven Temperaturen entstand) zeigten sich in den typi-

schen "Halbkörpern" der Babys mit verstümmelten oder fehlenden Gliedmaßen und den Ersatz des Augenpaares durch ein zentrales Stirnauge, Typus Polyphem bzw. Hiroshima-Babys. Diese Monster traten in Impaktnähe in erschreckender Zahl auf (vom Österreicher L. Walk 1931 bis auf das Prozent genau mittels der Traditionen in den ostasiatischen Umländern um den Südchinese-Impakt studiert). Bezeichnend für das enorme Ausmaß dieser geschädigten Nachkommen ist es, daß man diesen Mißbildungen weltweit eigene Bezeichnungen gab (Simpang-Impang in Borneo, Hai-Uri bei den Hottentotten und Hereros, Patagonier in Feuerland), dann den ebenso dargestellten einäugigen Gott des Todes eigens bezeichnete (Rama-Raja in Indien, Balor in Irland) und schließlich derartige einäugige Monster in die Mythologie aufnahm (Polyphem und Kyklops in Griechenland, Anaya in Indien, Torto und Alarati bei den Basken in Spanien) usf.

- d) Als Erholung und Wiedererwachen der Natur - symbolisiert durch den Phönix aus der Asche - wird in der bisher als Schöpfungsgeschichte mißdeuteten Genesis (von Moses selbst aber richtig geschildert) die enorme Fruchtbarkeit nach dem Sintflut-Impakt, bedingt durch die Stickstoff-Überdüngung mit dem "Blutregen" und die Erwärmung um 5° über vier Jahrtausende (zufolge des Glashauses durch die entstandenen Treibhausgase) und auch durch die altjüdische Tradition überliefert.
- e) Die unglaublich tiefgreifende seelische Formung des Homo sapiens durch dieses schwerste traumatische Erlebnis aller Zeiten hat geistig den Schritt zum modernen Denken ausgelöst mit der Schaffung des Gottesbegriffes, der Religion, der Priester als die Beauftragten zur neun Jahrtausende hindurch seit damals praktizierten Menschenopferung zur Besänftigung der Dämonen/Götter (um eine nächste Sintflut zu verhindern) und hat buchstäblich weitere hundert Maßnahmen (A. & E. T. 1993, S. 446 ff.) bewirkt, sie hat aber andererseits auch den kulturellen Schritt von einer Jagd-

und Sammelwirtschaft zur Gesellschaft mit Ackerbau und Viehzucht, der Nutzung der Metalle (ausgehend vom Orient, wo man nach der Tradition das Schmelzen der Erzadern im Weltenbrand bemerkt hatte) bewirkt. Der Sintflut-Impakt war demnach das Schlüsselerlebnis zu neuem, unerhörtem geistigem Aufbruch nach langem Dahindämmern der Menschheit.

#### f) Neue Indizien und Beweise für den Sintflut-Impakt

Die Erfassung des gewaltigen Sintflut-Impaktes, noch frisch und detailliert auch in der menschlichen Erinnerung vorhanden, kam 1992 reichlich überraschend. Die Erfahrung zeigt, daß solche Erkenntnisse stets eine gewisse Zeit zur Akzeptanz brauchen. Es sei erwähnt, daß von nur ganz wenigen polemischen Entgegnungen, die aber keinerlei fundierte Widerlegungen auch nur einzelner wichtiger Aussagen treffen konnten, in den letzten fünf Jahren bereits eine ganze Reihe von Bestätigungen durch verschiedene Autoren gefunden worden sind, deren Fakten die Auffassung einer impaktbedingten Sintflut weiter festigen. Entsprechend der Bedeutung dieses Ereignisses für die nähere Kenntnis des geologischen Vorganges bei einem Impakt, aber auch zur Erhellung des dunkelsten Abschnittes der menschlichen Geschichte - der Mittelsteinzeit - und Klärung des Ausmaßes und der Ursache der fundamentalen geistigen Umstellung des Homo sapiens in dieser Zäsur sollen einige der neuen Fakten hier mitgeteilt werden.

1. Zunächst ist zu vermerken, daß Sir Fred Hoyle (1993, 1997) auf Grund von rapiden Temperaturschwankungen (z. B. Sommer-Temperatur in Großbritannien nach Verschiebung der Käfer-Biotop-Zonen in wenigen Jahrzehnten von 8°C auf 18°C) seit 40.000 J., besonders aber in der Zeit von 13.000, 10.000 und später (jeweils bis 10° Temperaturanstieg) eine Impaktserie als einzig mögliche Ursache ableiten konnte. Durch diese Entdeckung und geniale Überlegungen konnte Sir Fred Hoyle bereits ein Jahr nach unserer Erfassung des

Sintflut-Impaktes (ohne unsere Arbeiten zu kennen) sechs fundamentale Auswirkungen der Sintflut durch divinitorisch gesteuertes Denken erfassen, die wir in mühsamer Kleinarbeit durch Zusammentragen von Detailfakten ableiten konnten (A. Tollmann 1997, S. 123 ff.): das Einschlagdatum, den Sternschnuppenfall, das Mammutsterben (nicht nur genau mit C 14 datiert, sondern nun auch verständlich - Versinken der schweren Körper in dem rapide aufgetauten Permafrostboden durch die gerade aus Sibirien vielfach berichteten anhaltenden kochenden Sturzregen und dem folgenden Nahrungsmangel durch den drei Jahre permanent dauernden Impaktwinter), Verständnis der "Story von Noah", Begründung des Pyramidenbaues als Impakt-gesichertes Bauwerk für die Pharaonen-Mumien gegen die Impakt-Katastrophe am Ende des nächsten Weltenjahres [Herbst 1999] und Entstehung der Religion und des Dämonen/Götter-Kultes.

2. Wiederholung von Sintfluten im Abstand von durchschnittlich 10.000 Jahren ("Weltenjahr"), nicht - wie noch vor kurzem angenommen - in Jahrhunderttausenden, ermittelt durch neue, fundierte Berechnungen (G. J. Taylor 1994, S. 33; G. Vershuur 1996; J. S. Lewis 1997 - s.o.). Umschwung im Denken der amerikanischen Impakt-Geologen und der NASA.
3. Bei den Sintflut-Impakt-Einschlägen sind keineswegs Riesenkrater am Boden eines tieferen Meeres zu erwarten, da ein Impaktor (besonders ein Komet) nur dann Spuren am Meeresboden hinterläßt, wenn die Dicke der Wasserschicht nicht deutlich größer als sein Durchmesser ist - was man bisher nicht wußte.
4. Der Nachweis von Impaktwirkungen zur Sintflutzeit vor 9500 Jahren durch neue Untersuchungen im Festlandkrater in Köfels, Ötztal, Tirol, dessen Impaktnatur weiter abgesichert wurde. Es konnten nachgewiesen werden:
  - a) Iridium (M. Bujatti-Narbeshuber et al. 1995, S. 83);

- b) Shattercone (S. Zvonaric 1996, S. 106);
- c) Neue, das Kometenjahr bestätigende Altersdatierung (M. Heuberger 1996, S. 277);
- d) Prägung der Lamellierung der Streß-Mineralie auch im anstehender Orthogneis am Oberrand des Kraters oberhalb des Bergsturzes am Hauptkamm beim Schartle (R. Surenian 1988, S. 136, Taf. 2-3; 1989, S. 234; 1994, Abb. 3-4), sodaß diese Streß-Lamellierung nicht durch den tiefer liegenden Bergsturz verursacht sein kann - wie H. Heuberger ursprünglich selbst erkannt und publiziert hat, sich aber durch die inzwischen widerlegte Polemik von A. Deutsch, C. Koeberl et al. 1994, S. 644 ff. (vgl. E. K.-T. & A. T. 1996, S. 108) so sehr beeinflussen ließ (H. Heuberger 1996, S. 273), daß er nun einfach die Streß-mineralien um 4000 Jahre älter einstuft (H. Heuberger 1997, S. 12) ohne für diese Annahme absolute Altersdaten oder stichhältige Beweise beibringen zu können.
- e) Bezeichnend für die Wirkung des Einschlages zu dem heute bekannten Datum des Sintflut-Impaktes um etwas mehr als 9.500 Jahre vor heute (das auch vom Köfeler-Krater mittels C 14 bestimmt ist) ist ja auch die weithin sich äußernde Wirkung des Impaktbebens in der näheren, aber auch weiteren Umgebung von Köfels in Form von zeitgleich ausgelösten, hier konzentrierten Bergstürzen (A. & E. T. 1993, S. 142, Abb. 39). Zu den dort genannten Massenbewegungen kommt noch der Niedergang der großen Murschuttmasse, die im Vortunnel beim Bau des Arlberg-Straßentunnels getroffen wurde: In jenem Teil des Murschutttes, der bezeichnenderweise mit Bergsturz-Blockwerk vermischt, bei Station 90 bei St. Jakob am Arlberg angefahren wurde, ergab die absolute Altersbestimmung von hier erhaltenen aufrechten Lärchenstämmen mit der C 14-Methode ein Alter von  $9.458 \pm 63$  Jahren (K. Mignon 1981, S. 278), also genau wieder diesen Zeitraum. Der gleichzeitige Niedergang von Bergstürzen im Raum Köfels ist durch den Impakt leicht verständlich, ja zu erwarten - sonst nicht.
- f) Überhaupt nicht bestreitbar ist das Vorhandensein von kosmischen Zeugen in Köfels durch den Nachweis von Nickel-eisen mit hohem Nickelgehalt, Magnetit, Bruchstücke von Olivin, Pyroxen etc. im "Bimsstein" (=Köfelsit) - die allesamt im Granitgneis des Untergrundes und der Umgebung nicht vorkommen - durch G. Kurat & W. Richter (1972, S. 23 ff.). Bezeichnend ist es, daß vom Nickeleisen "die gefundenen Zusammensetzungen meist jenen von Taenit und Kamacit in Meteoriten" (l. c., S. 36) entspricht. Daneben beschreiben diese Autoren weitere Impakthinweise wie Lechatelierit, Streßlamellierung usf. Die erwähnten Elemente der petrologischen Analyse sprechen klar für den Impakt, allein schon das Nickel-eisen "mit hohem Ni-Gehalten ist nur als extraterrestrische Beimengung zu erklären", wie diese Autoren zurecht betonen (S. 36); daher ihre richtige Schlußfolgerung für die Impakt-Theorie (S. 36): "unsere petrologische Analyse dieser Gesteine läßt keine Alternative zu." Auch in jüngeren Arbeiten (G. Kurat & H. Stradner 1988, S. 61; A. Gratz & G. Kurat 1988, S. 9) stützten sie die Impakt-Natur durch weitere Argumente ab. Aber auch Kurat und Richter unterlagen der genannten haltlosen (vgl. E. K.-T. & A. T. 1996) Polemik gegen den Impakt, der sie sich anschlossen - ohne dadurch allerdings ihre Beweise, nämlich die kosmischen Komponenten, und die zuletzt neu hinzukommenden genannten weiteren positiven Kriterien bis zum Iridium aus der Welt schaffen zu können. Köfels ist und bleibt ein gut datierter, sicherer Festlandseinschlag des Sintflut-Impaktes.



g) Bezeichnend ist übrigens auch der extrem hohe Radongehalt im Bereich des Kraters, der im Raum der Maurachschlucht bis zu  $260 \text{ kBq/m}^3$  erreicht, welche Strahlenbelastung in der Gemeinde Umhausen einen fünffach erhöhte Mortalität an Lungenkrebs bewirkt (F. Purtscheller et al. 1997, S. 7; cum Lit.). Das ist bei der tiefgründigen Zerspaltung des uranhaltigen (Radon-Lieferant) Orthogneises durch den Impakt mit Gewißheit zu erwarten, wie man aus tiefgründig beanspruchtem Granit, z. B. aus tektonischen Störungszonen in Südböhmen kennt, wo die Ermittlung von hohen Radongehalten direkt als eine Methode zum Nachweis von tiefgründig zerstörtem Orthomaterial entwickelt worden ist. Aber wieder sucht man gegenwärtig hier, offensichtlich beeinflusst durch die Polemik gegen den Impakt, nach einer anderen Begründung, die sich ja durch den als Folge des Impaktes eingetretenen Bergsturz anbietet. Man vergißt nur, daß bei all den übrigen Bergstürzen der Umgebung keine solchen Radonwerte auftreten. Auf Grund aller heute von Köfels bekannt gewordenen Fakten läßt sich die Impakt-Natur des Köfeler Kraters nicht im geringsten mehr bezweifeln. Wir erleben nur eine Wiederholung des gleichen psychologischen Phänomens - der Auflehnung gegen das Großartige, Ungewohnte, Nichtaktualistische -, die uns schon bei so vielen Krater-Diskussionen begegnet ist - noch akzentuierter etwa beim Nördlinger Ries.

5. Gesucht wurde bisher vergeblich die durch ihre spezifische Sedimentologie gekennzeichnete Impakt-Flutschicht. Im Jahre 1995 (Brief vom 12. Juli 1995) wurde sie, angeregt durch unser Sintflut-Buch, mit hoher Wahrscheinlichkeit von Dir. Dr. Dieter Ortlam, Bremen, erfaßt. Es handelt sich um die sogenannte "Chaos-Schicht", die durch eine große Zahl von Bohrungen im Weser-Ästuar an der Nordsee an der Holozän-Basis unter den

Klei-Torfschichten des ca. 15-20 m mächtigen Küsten-Holozäns nachgewiesen ist.

Prof. Ortlam schreibt hierzu: "Die Chaos-Schichten sind in ihrer Sedimentologie vollkommen abweichend vom Aufbau der pleistozänen und holozänen Schichten: eine Brekzie aus Ton- und Torfgeröllen, vermengt mit Holzkohle (Sintbrand) und auch sehr große Korngrößen (Kiese und Steine) eingearbeitet, die in dieser Position nichts zu suchen haben. Diese Chaos-Schichten kann ich bereits über 25 km durch Bohrungen verfolgen, und wenn ich mir Ihre Sintflutthese zu eigen mache, dann sehe ich plötzlich klarer. Bis jetzt habe ich es allerdings noch nicht geschafft, an entsprechendes Probematerial heranzukommen, um eine zeitliche Datierung durchführen zu lassen. Ich hoffe, daß ich mit diesen Chaos-Schichten nun bald eine Korrelierung im Gesamttraum Weser-Ästuar bis Bremen (ca. 80 km) durchführen kann."

Prof. Ortlam hat sich bei der Wittheit Bremen seit 1995 umsonst bemüht, mich zu einem Vortrag zu diesen Thema einzuladen, um das Interesse für weitere Untersuchungen zu wecken, zu stark waren auch hier die konservativen Kräfte. Auch Prof. E. Seibold hat mir keine Unterstützung gegeben. Ebenso erfolglos waren die jahrelangen Bemühungen von Prof. Ortlam, an Hölzer oder Torfmaterial von der Basis des Holozäns heranzukommen. Wie wir gerade in dieser Frage rundum gespürt haben, ist zufolge der Größe dieser Erkenntnis das Bestreben nicht für den Nachweis dieses Ereignisses, sondern für die Unterdrückung der Forschungsmöglichkeiten ausgerichtet. Es ist sogar zu erwarten, daß mit Bekanntwerden der Bedeutung der Chaos-Schichten, die entscheidenden Bohrkerne vernichtet werden, um den Nachweis des Sintflut-Impaktes in dieser Region zu erschweren.

Nach bisherigem Wissen sind aber die „Chaos-Schichten“ dem Usselo - Horizont Hollands (H. Kloosterman ab 1976) gleichzusetzen, also nicht dem Sintflut-Impakt, sondern einem weiteren Kometeneinschlag knapp davor. Die Holzkohlen dieses

- Horizontes gehören in das Alleröd, also Spätglazial, also der Auswirkung eines etwa 3.500 Jahre vor dem Sintflut-Einschlag erfolgten Impaktes der Nordhalbkugel (A. Tollmann, Vortragsreferat Mailänder Kongreß. 8. Juni 1999)
6. Typisch ist ferner, daß man in zunehmendem Maß der genaueren archäologischen Kenntnis des 10. Jahrtausends eine Besiedlungsunterbrechung im Zeitraum des Sintflutimpakt-Geschehens antrifft. So zuletzt in dem genau untersuchten, seit 11.000 Jahren bewohnten Ort Abu Hureyra in Syrien. Eine Besiedlungslücke von etwa 500 Jahren (C 14-Datierung) kommt in die Zeit vor ungefähr 9500 Jahren, also den kritischen Zeitraum zu liegen (A. J. Legge et al. 1987, S. 74; ähnlich Th. Molleson 1994, S. 65; noch ohne moderne C 14-Kalibrierung). Und sogar vom beliebtesten Aufenthaltsraum des Steinzeitmenschen, den Höhlen, kommt die Nachricht, daß manche im 10. Jahrtausend leer standen (z. B. in den Monte Alegre in Brasilien, etwa ab 9800 Jahren - R. Vass 1997, S. 118).
  7. Neue archäologische Untersuchungen bestätigen auch die tradierten Mitteilungen, daß der Übergang von der Jagd-Sammelwirtschaft zu Ackerbau (Getreidebau) und Viehzucht in den Zeitraum des Sintflut-Impaktes fällt und als eine weitere Auswirkung dieses zu werten ist; der paradiesische Zustand der Welt vor der Sintflut wich dem arbeitsaufwendigen Leben (A. & E. T. 1993, S. 453) voll Disteln und Dornen. Mittels subtiler Methoden konnten die Archäologen dies an der Knochen- und Zahnbeanspruchung durch die primitive Getreide-Verarbeitung eben wieder in Abu Hureyra/Syrien elegant für den kritischen Zeitraum im 10. Jahrtausend nachweisen (Th. Molleson 1994, Abb. S. 65).
  8. Auch der 1992, S. 53 und 1993, S. 447 ff. von uns festgestellte Umstand, daß mit dem Sintflut-Impakt die Religion, die Dämonen/Götter und die Priester als Mittler zu den überirdischen Mächten im Denken der Menschen geschaffen wurden und den Priestern die Menschenopfer zur Besänftigung der Götter anvertraut wurden, konnte bereits vier Jahre später archäologisch bestätigt werden. In Göbekli Tepe in Ostanatolien wurde das älteste Bergheiligtum der Welt, rund 10.000 Jahre alt, entdeckt (Geo, 1996, S. 163 f). Der Tempel enthält die typischen Sintflut-Symbole: "Skulpturen von löwen- und drachenartigen Fabelwesen mit fleischenden Zähnen." Schädelbestattungen und kopflose Menschendarstellungen scheinen bereits auf den Kult von Menschenopfern hinweisen.
  9. Daß der Sintflut-Impakt auch die "babylonische Sprachverwirrung" durch die Dezimierung und Isolierung der versprengten Menschenreste und damit den Verlust einer gemeinsamen Ursprache bewirkt hat, haben wir zahlreichen Traditionen der Völker entnehmen können (A. & E. T. 1993, S. 455). Noch bis zu dieser Wende ließen sich Urworte über ganz Eurasien bzw. von Ägypten bis China erkennen (Taifun = Typhon, Phönix = Feng etc.). Die moderne Sprachforschung führt nun mehr und mehr zu einer solchen Ursprache: dem "Nostratisch" der russischen Linguisten W. M. Illitisch-Switytsch und A. B. Dolgopolsky und ähnlich später des amerikanischen Sprachforschers J. H. Greenberg. Dabei wird nun vermutet, daß die Ursprache bis "gegen Ende der letzten Eiszeit" herrschte und dann zerfiel (M. Kuckenburger 1996, S. 129). Dies deckt sich genau mit der von uns aus den Traditionen der Völker abgeleiteten Sprachentwicklung.
  10. Nicht hingegen in die Sintflut-Zeit fällt eine Lokalflut, entdeckt von W. Ryan und W. Pittmann (New York), die 100.000 km<sup>2</sup> der Gestade des Schwarzen Meeres betraf. Sie ist nämlich um 2000 Jahre jünger als die Sintflut, was in den Medien (Der Spiegel 1997/1, S. 138) nicht realisiert wurde. 1993, S. 366 ff., konnten wir im Mittelmeer drei große Regionalfluten erfassen, die nach der Sintflut stattfanden. Während uns eine genaue Datierung der beiden jüngeren Lokalfluten (Flut des Ogyges, Flut des Deukalion) möglich war, blieb das Datum der offenbar ältesten (1993, S. 370), der Flut des Dardanos, damals offen. Nun

haben Ryan & Pittmann die Antwort gegeben: Sie erfolgte vor etwa 7500 Jahren und stellte unter Niederbruch der Bosphorus-Landbrücke einen Einbruch der Wassermassen des Mittelmeeres in den Schwarzmeer-Binnensee dar, dessen Spiegel um 150 m tiefer lag.

11. Es gibt übrigens zahlreiche Anzeichen, daß kleinere Impakte auch noch nach dem Sintflut-Einschlag im Verlauf der Bronzezeit stattfanden, was die englischen Astronomen S. Clube & W. Napier ab 1982, B. J. Peiser 1996 u. a. wiederholt eingehend erörtert haben. Ein ganz junger Impakt erfolgte - abgesehen von dem Tunguska-Ereignis von 1908 - vor 800 Jahren durch einen Einschlag bei Tapanui (Übersetzung: "große Explosion") in der Provinz von Otago auf der Südinsel von Neuseeland, der einen Krater mit 600-900m Durchmesser und 30m Tiefe schuf, die Wälder der Südinsel abbrannte und die Moa ausrottete, wie die Mythen der Maori berichten (G. Vershuur 1996, S. 109).

## 5. Gegenmaßnahmen

Mit der jüngst rapide ansteigenden Kenntnis der Zahl der Impaktoren, auch jener mit Umlaufbahnen, die die Erdbahn kreuzen und der Einsicht in die hohe Zahl von überhaupt nicht kalkulierbaren Langzeit-Kometen ist - besonders bei der NASA - die Sorge um einen möglichen Impakt gestiegen. Es interessiert uns daher in diesem Zusammenhang die Frage nach dem Zeitpunkt der Entdeckung einer konkreten Gefährdung und mehr noch jene nach der Verhinderung dieses Ereignisses.

- a) Was zunächst die Kenntnis der Asteroiden/Planetoiden betrifft, sind von den globalen Killern erst 10% der Erdbahnkreuzer mit mehr als 1km Ø bekannt. Im Spacewatch-Programm der NASA sollen innerhalb von 20 Jahren alle Sintflut-erregenden erdnahen Asteroiden mit mehr als ½km Ø erfaßt und ihre Umlaufbahn bestimmt werden. Die Hoffnung in diesem Programm auch die Objekte über 250m Ø in den geplanten 20 Jahren zu registrieren,

bleibt Illusion, denn dann müßten von den 200.000 Objekten jährlich 10.000 entdeckt werden (J. S. Lewis 1997, S. 285). C. Sagan (1994, S. 341) rechnet erst im 22. Jh. mit einer möglichen Beherrschbarkeit der Asteroiden, da hierzu nicht nur ihre Erfassung und Bahnbestimmung, sondern auch eine genaue Kenntnis ihrer Konsistenz gehört.

Sodann aber lauern noch viel unberechenbarere Objekte im All, die Kometen: Unbekannte Langzeitkometen entdeckt man selten mehr als ein Jahr vor ihrer größten Annäherung, ganz besonders spät aber jene, die aus dem Glanz der Sonne kommen. Vergewärtigen wir uns die Bahnermittlung der beiden letzten, zuvor unbekanntem Kometen: Hyakutake (Frühjahr 1996) hat man erst 2 Monate vor der größten Annäherung entdeckt, 1 Monat vorher die Bahn zu 50% genau berechnet; Hale Bopp (März 1997) wurde 1½ Jahre zuvor entdeckt, die Bahn war trotzdem erst 2 Monate vorher berechnet; und sie blieb weiterhin unsicher, da Gasausbrüche sie durchaus noch abwandeln hätten können. Hinzu kommt die Gefahr, daß der Komet beim Vorbeigang beim Jupiter (oder an der Sonne) fragmentiert wird und dann ein Trümmerregen, der nicht beherrscht werden kann, die Erde erreicht, wie die Beispiele des Sintflut-Impakts mit 7 Fragmenten und die Zerlegung des 10 km großen Shoemaker-Levi 9 im Jahre 1994 in 21, um 1 km große Fragmente gezeigt haben.

- b) Die Strategie und die technischen Voraussetzungen zur Ablenkung eines auf die Erde gerichteten kosmischen Geschosses sind zwar theoretisch gegeben, nicht aber sind wir für die Praxis vorbereitet (sodaß Gott geben möge, daß der von den größten Propheten für Oktober 1999 mit Sicherheit vorausgesagte Kometen-Impakt auf der Erde noch nicht stattfindet).

Die theoretische Möglichkeit besteht darin, die Bahn eines Impaktors durch Neutronen-Raketen weit vor Annäherung an die Erde nahe der Sonne abzulenken oder seine Geschwindigkeit zu vermindern. Dazu

wären bei nicht zu großer Dimensionen des Aggressors gar nicht allzugroße nukleare Kräfte ausreichend. So würde ein nuklearer Sprengkopf in zwei Asteroiden-Durchmesser Entfernung in der Stärke einer (in heutiger Sicht relativ geringen) Ladung einer halben Hiroshima-Bombe (also 10 Kilotonnen) für die Ablenkung eines 250m großen Asteroiden genügen (J. S. Lewis 1997, S. 292). Dabei würde durch diese Explosion eine Verdampfung des Asteroiden-Materials im Millimeter-Bereich seiner erdnahen Region durch die Rückstoßwirkung zur Ablenkung ausreichen.

Die Kalamität besteht aber darin, daß die NASA ihr Augenmerk und ihre Mittel darauf gerichtet hat, die Möglichkeiten für Raumstationen auf nahen Objekten des Sonnensystems auszuforschen und die Abwehrtechnologie sträflich vernachlässigt hat und jetzt ihre Unfähigkeit gerade in dieser entscheidenden Frage selbst zugeben muß (J. S. Lewis 1997, S. 297 f.). Es stehen keine Trägerraketen für nukleare

Sprengköpfe für das All für den Ernstfall bereit. Und die großen Interkontinentalraketen aus der Zeit des Kalten Krieges können uns auch nicht dienen, da diese die Entweichgeschwindigkeit zum Verlassen des irdischen Gravitationsfeldes (11km/sec) nicht erreichen. Wir wären also einem Angriff aus dem All noch für längere Sicht schutzlos ausgeliefert, was auf einer nuklear mit 442 Atomkraftwerken und oberirdischen Endlagern zufolge der mit Impakten verbundenen Mega-Weltbeben verheerende Wirkungen zur Folge hätte. Hoffentlich tritt nicht die paradoxe Situation ein, daß wir im Jahre 1980 aus der Erdgeschichte und 1992 aus dem 9500 Jahre getreu tradierten Sintflut-Ereignis heute genau über die Wirkung eines Impact informiert sind, noch dazu bereits die nötigen technischen Voraussetzungen für die Abwehr genau kennen, dabei aber um eine winzige Zeitspanne zu spät zum praktischen Handeln sind.

## 6. Literatur

- BEALS, C. S.: Theories of the origin of Hudson Bay: on the possibility of a catastrophic origin for the great arc of eastern Hudson Bay. - [In:] C. S. BEALS & D. A. SHENSTONE (Hrsg.): Science, History and Hudson Bay, vol. 2, S. 985-999, Ontario (Dep. Energy, Mines and Resources) 1968.
- BUJATTI-NARBESHUBER, M. & HOOGEWERFF, J. A.: Iridium, Rare-Earth elements and the Koefels-Comet-Impakt series scenario etc. - J. of Paleopathology, 7, No 2(1995), S. 83, Chie-ti/Ital. 1996.
- CLUBE, V. & NAPIER, B.: The Cosmic Serpent. A catastrophist view of Earth History. - 299 S., 20+30 Abb., 8 Tab., London (Faber & Faber) 1982.
- DER SPIEGEL: Patschnasse Kornkammer. - Der Spiegel, 1997/1, S. 138, 2 Abb., Hamburg 1997.
- DERRY, D. R. et al.: Tectonic Map of Canada - Ottawa (Geol. Assoc. of Canada) 1950.
- DEUTSCH, A., KOEBERL, Ch. et al.: The impact-flood connection: Does it exist? - Terra Nova, 6, 644-650, Oxford 1994.
- DIETZ, R. S. & BARRINGER, J. P.: Hudson Bay Arc as an astrobleme: A negative search. - Meteoritics, 8, 28-29, Tempe/Ar. 1973.
- DIMROTH, E., BARAGAR, W. R. A. et al.: The filling of the Circum-Ungava Geosyncline. - Pap. Geol. Surv. Canada, 70-40, 45-142, 21 Abb., 12 Tab., Ottawa 1970.
- GRATZ, A. & KURAT, G.: Good News from Köfels (Austria): Abundant Lamellae in Quarz. - Ber. Geol. Bundesanst., 15, 9-10, Wien 1988.

- GRIEVE, R. A. F.: Terrestrial impact: the record in the rocks. - *Meteoritics*, 26, 175-194, 11 Abb., 3 Tab., Los Angeles 1991.
- GRIEVE, R. A. F.: Impact: a natural hazard in planetary evolution. - *Episodes*, 17, No. 1-2, 9-17, 7 Abb., Keyworth/UK. 1994.
- HEUBERGER, H.: Das Ereignis von Köfels im Ötztal (Tirol) und die Sintflut-Impakt-Hypothese. - *Jb. geogr. Ges. Bern*, 59, 271-280, 4 Abb., Bern 1996.
- HEUBERGER, H.: Köfels und die "Apokalypse im Ötztal". - *'s blattle*, 1997/10, S. 12, 3 Abb., Umhausen 1997.
- HEUBERGER, H., MASCH, L. et al.: Quaternary landslides and rock fusion in Central Nepal and in the Tyrolean Alps. - *Mountain Res. Develop.*, 4, 345-362, ill., Boulder/Col. 1984.
- HOYLE, Sir Fred: The origin of the Universe and the origin of Religion. - 91 S., Wakefield/Rhode Is-land (Moyer Bell) 1993.
- HOYLE, Sir Fred: Kosmische Katastrophen und der Ursprung der Religion. - 135 S., Frankfurt/Main-Leipzig (Insel-Verl.) 1997.
- KRANCK, E. H.: On the geology of the east coast of Hudson Bay and James Bay. - *Acta Geographica*, 11, Nr. 2, 1-71, 36 Abb., 1 Kt., Helsinki 1951.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A.: Der Sintflut-Impakt/The Flood impact. - *Mitt. österr. geol. Ges.*, 84 (1991), 1-63, 9 Abb., 1 Tab., Wien 1992.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A.: The youngest big impact on Earth deduced from geological and historical evidence. - *Terra Nova (J. Europ. Union Geosciences)*, 6, 209-217, 11 Abb., Oxford (Blackwell) 1994.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. & TOLLMANN, A.: Reply to a reply - but the Flood really happened! - *Terra Nova*, 8, S. 108, Oxford 1996.
- KROMER, B. & BECKER, B.: Tree-ring 14C Calibration at 10.000 BP. - [In:] E. BARD & W. S. BROECKER [Hrsg.]: *The Last Deglaciation etc.* - Proc. of NATO advanced Research Works-hop, 4 S., 1 Tab., 3 Abb., Erice 1990.
- KUCKENBURG, M.: Und sprachen das erste Wort. Die Entstehung von Sprache und Schrift. - 352 S., ill., Düsseldorf (Econ) 1996.
- KURAT, G. & RICHTER, W.: Impaktite von Köfels, Tirol. - *Tschermaks mineral. petrogr. Mitt.*, (3) 17, 23-45, 7 Abb., Wien 1972.
- KURAT, G. & STRADNER, H.: Excursion to the Shocked Quartzes of Köfels (Tyrol, Austria). - *Ber. Geol. Bundesanst.*, 15, 59-62, 3 Abb., Wien 1988.
- LEGGE, A. J. & ROWLEY-CONWY, P. A.: Gazellenjagd im steinzeitlichen Syrien - *Spektrum d. Wissenschaft*, Okt. 1987, 66-74, 8 Abb., Heidelberg 1987.
- LEWIS, J. S.: Bomben aus dem All. Die kosmische Bedrohung. - 311 S., Basel (Birkhäuser) 1997.
- LI, Zi-Shun, ZHAN, L. et al.: On the Permian-Triassic events in South China. - *Spec. Publ. Saito Ho-on Kai*, 3, (Hrsg.: T. KOTAKA et al.: *Proc. Intern. Symp. Shallow Tethys 3*), 371-385, 8 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Sendai 1991.
- MIGNON, K.: Die Lärchenfunde beim Vortrieb des Vortunnels. - S. 278, Abb. 300 in: J. VILANEK [Red.]: *Der Arlberg-Straßentunnel etc.*, 697 S., ill., Innsbruck (Arlberg Straßentunnel AG) 1981.
- MOLLESON, Th.: The Eloquent Bones of Abu Hureyra. - *Scientific American*, 1994/Aug., 60-65, 19 Abb., New York 1994.
- N. N.: Fromme Kunde aus der Steinzeit. - *Geo*, 1996/5, S. 163-164, 4 Abb., Hamburg 1996.
- NEWCOTT, W. R.: The Age of Comets. - *National Geographic*, 192/6, 94-109, ill., Washington 1997.

- PEISER, B. J.: Cultural Aspects of Neo-Catastrophism. What are the Implications for Archeo-Astronomy? - Liverpool J. Moores University, S. 1-24, Liverpool 1996.
- PREISINGER, A.: Die Kreide-Tertiär-Grenze. - Barbara-Gespräche 1997, 2 S., Payerbach 1997.
- PURTSCHELLER, F., STINGL, V. et al.: Geologisch-petrographische Ursachen der Radonanomalie in Umhausen (Tirol). - Mitt. österr. geol. Ges., 88 (1995), 7-13, 3 Abb., Wien 1997.
- RONDOT, J.: Recognition of eroded astrophiles. - Earth-Science Reviews, 35, 331-365, 18 Abb., 3 Tab., Amsterdam 1994.
- SAGAN, C.: Blauer Punkt im All. - 440 S., ill., München (Droemer-Knauer) 1996.
- SANFORD, B. V., GRANT, A. C. et al.: Geolog. Map of Eastern Canada etc., 1:2 Mio, Blatt 1401 A (SW) und 1401 A (NW), Ottawa (Geol. Surv. Canada) 1979.
- SMIT, J.: Predictive elements of large-body impacts in geologic history. - Geol. Rdsch., 86, 464-470, 2 Abb., Berlin-Heidelberg (Springer) 1997.
- SURENIAN, R.: Scanning electron microscope study of shock features in pumice and gneiss from Köfels (Tyrol, Austria). - Geol. paläont. Mitt. Innsbruck, 15, 135-143, 1 Abb., 3 Taf., Innsbruck 1988.
- SURENIAN, R.: Shock metamorphism in the Köfels structure. - Abstr. 52nd annual meeting Meteoritical Soc., S. 234, 1 Abb., Wien 1989.
- SURENIAN, R.: Das Köfelsit-Vorkommen im Ötztal, Tirol. - Miner. Rdsch., 1/1994, 11-15, 4 Abb., Wien 1994.
- TAYLOR, G. J.: The Scientific Legacy of Apollo. - Scientific American, Juli 1994, 26-33, 11 Abb., New York 1994.
- TOLLMANN, A.: Nachwort zu Sir Fred Hoyles "Kosmische Katastrophen etc." - S. 119-127, Frankfurt/Main - Leipzig (Insel-Verl.) 1997.
- TOLLMANN, A. & E.: Und die Sintflut gab es doch. - 560 S., 146 Abb., 8 Tab., München (Droemer-Knauer) 1993.
- VAAS, R.: Indianer in Brasilien vor 11.000 Jahren. - Naturw. Rdsch., 50/H.3, S. 117-118, 2 Abb., Stuttgart 1997.
- VERSCHUUR, G. L.: Impact! The Threat of Comets and Asteroids. - 237 S., 43 Abb., etl. Tab., New York-Oxford (Oxford Univers. Press) 1996.
- WALK, L.: Die Sintfluttradition der Völker. - Jb. österr. Leo-Ges., 1931, 60-81, Wien (Herder) 1931.
- ZVONARIC, S.: Shatter Cone - Köfels (Tirol, Austria). - The Role of the Impact Processes in the Geological and Biological Evolution of Planet Earth, S. 104-106, 5 Abb., Ljubljana (Int. Works-hop Postojna, Slovenia) 1996.