

# *Meteoriten ändern die Welt?*



Vortrag zum Astronomietag  
am 6. Mai 2006  
im Neuen Bootshaus in Höflein



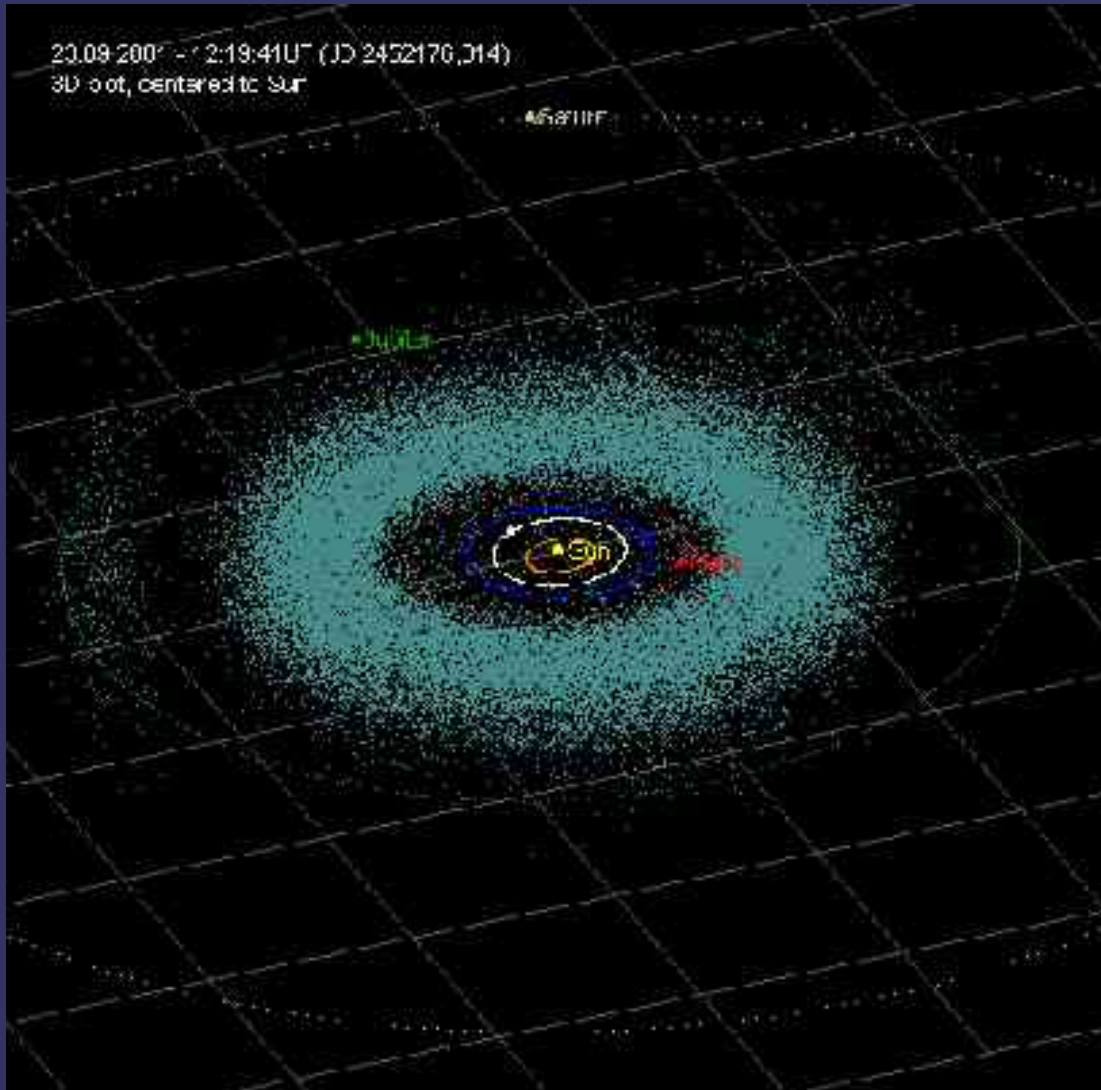
# Was sind Meteoriten? Trocken erklärt



- ⇒ Festkörper außerirdischen Ursprungs durchqueren die Erdatmosphäre.
- ⇒ Meist aus Silikatmineralien oder Eisen-Nickel - Legierungen.
- ⇒ Insgesamt 40 Tonnen Meteoritenmaterial erreichen pro Tag die Erde.
- ⇒ Mikrometeorite überwiegen.
- ⇒ In Österreich schlägt durchschnittlich 1 faustgroßer Meteorit pro 5 Jahre ein.
- ⇒ Im Bereich der Erdbahn um die 40 km / sek schnell.



# Sie kommen aus der Tiefe des Weltalls



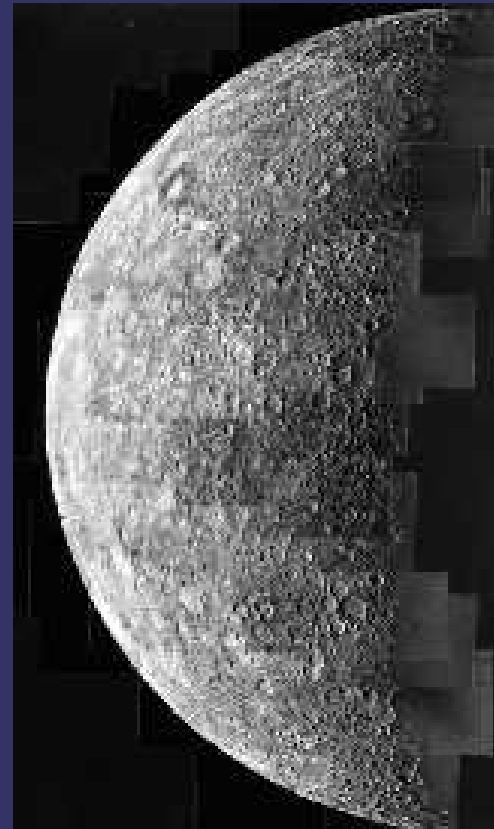
- ➔ Hauptvorkommen im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter, hunderte Kleinplaneten wie z.B. Ceres und Vesta.
- ➔ Aber es gibt auch viele Erbkreuzer, die mit ca. 40 km / Sek mit der Erde kollidieren können.
- ➔ Die meisten verglühen beim Eintritt in die Atmosphäre als Meteore.
- ➔ Ganz wenige schlagen ein.



# Zernarbte Gesichter zeugen von heftigem Bombardement.



- ➔ Einschläge auf allen festen Körpern des Sonnensystems erkennbar.



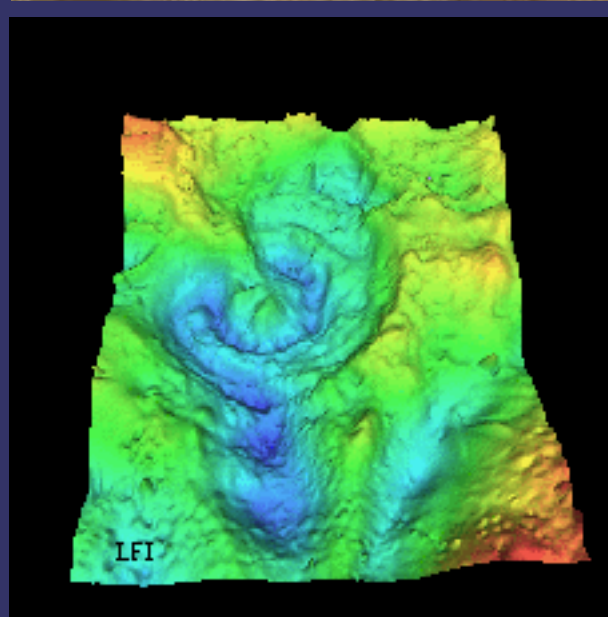
- ➔ Bei Mond und Erde gleiche Anzahl an Kratern je Fläche, weil sie etwa gleich weit entfernt sind.
- ➔ Bei Erde jedoch Erosion der Krater durch Wind, Wasser und Plattentektonik.



# *Und die Erde? Auch schlimm vernarbt! Aber die kleinen Krater sind nicht lange erkennbar*



- ➔ Barringer Krater / Arizona  
Alter: 49.000 Jahre  
Durchmesser: 1,2 km  
Kometeneinschlag



- ➔ Chicxulub Krater / vor Yucatan  
Alter: 65 Mio Jahre  
Durchmesser: 170 km  
Asteroideneinschlag, Krater  
unter Wasser



# Auf der Erde verwittern die Krater durch Wind, Wasser und Plattentektonik

- ➔ Aorounga Krater / Chad  
Alter: 200 Mio Jahre  
Durchmesser: 17 km  
Radarbild aus dem Weltall

- ➔ Wolfe Creek / Australien  
Alter: 300.000 Jahre  
Durchmesser: 0,875 km  
Eisenmeteorit



# *Je älter der Krater, desto größer die Kraterreste? Die alten Zeiten waren unbequem!*



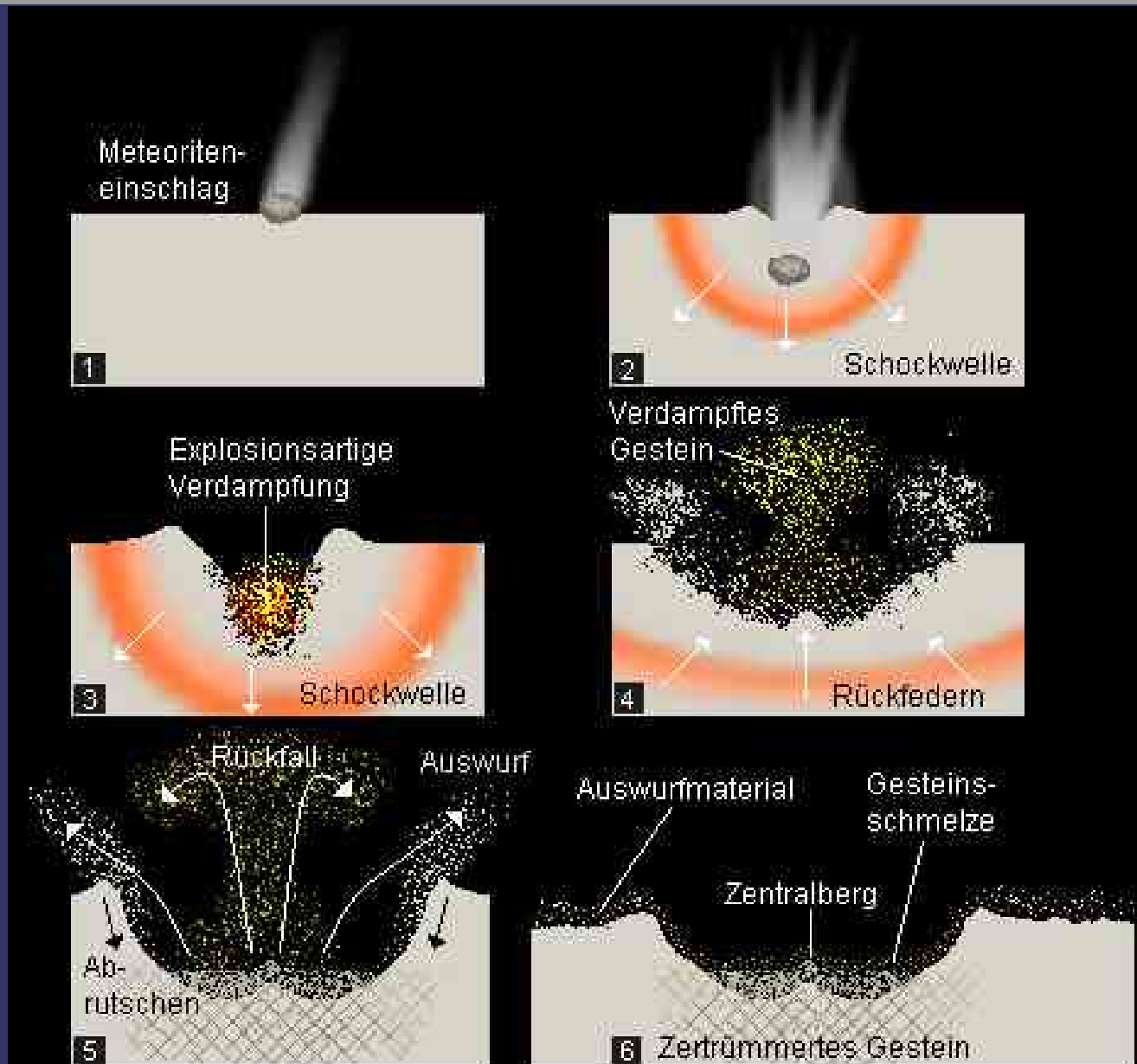
- ➔ Manicouaga Krater / Kanada  
Alter: 212 Mio Jahre  
Durchmesser: 100 km  
Aufnahme aus dem Space Shuttle



- ➔ Karakul Krater / Tadschikistan  
Alter: etwa 10 Mio Jahre  
Durchmesser: 45 km  
Aufnahme aus dem Space Shuttle



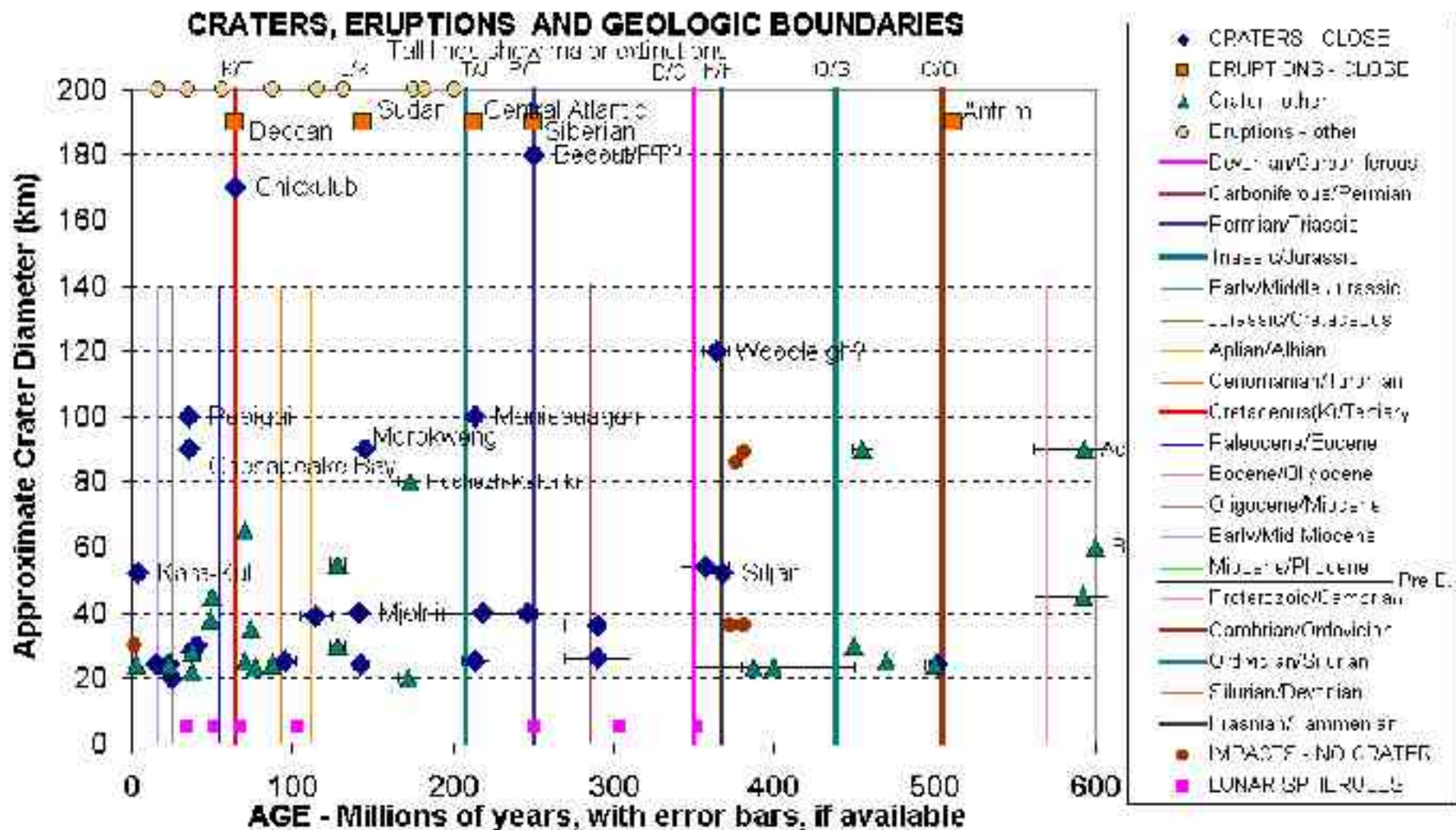
# Was passiert beim Einschlag - Überblick



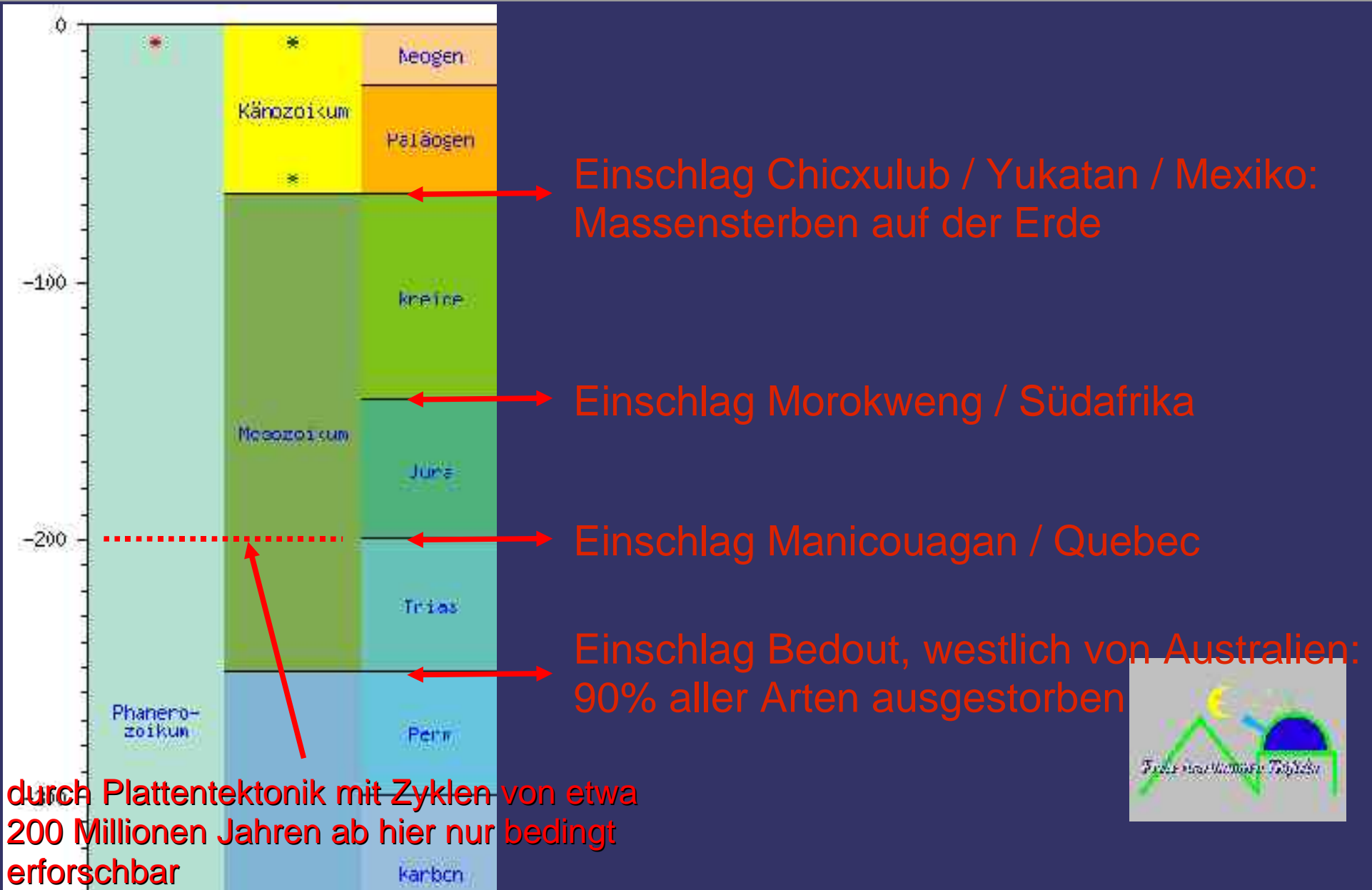
# Je größer der Meteorit, desto schlimmer die Auswirkung beim Einschlag

Durchmesser des Impaktors (in Meter)	Energie (in Megatonnen)	Intervall (Mio Jahre)	Konsequenzen
< 50	< 10	< 1	Meteore in der oberen Atmosphäre erreichen nicht den Boden
75	10 – 100	1	Eisen schlagen Krater wie Barringer; Felsen produzieren Luftschläge wie Tunguska; Landtreffer zerstören etwa die Fläche von Großstädten
160	100 – 1.000	5	Felsen und Eisen schlagen am Boden auf; Kometen produzieren Luftschläge; Landeinschläge zerstören ungefähr die Flächen von Metropolen (New York, Tokio)
350	1.000 – 10.000	15	Landtreffer zerstören in etwa die Fläche kleiner Staaten; Seeinschläge produzieren kleinere Tsunamis
700	10.000 – 100.000	63	Landeinschläge zerstören die Flächen mittelgroßer Staaten (Virginia), Seeinschläge verursachen große Tsunamis
1700	100.000 – 1.000.000	250	Landeinschläge wirbeln Staub mit weltweiten Folgen auf und zerstören die Fläche eines großen Staates (Kalifornien, Frankreich)

# Bekannte Krater nach Alter und Durchmesser



# Erdgeschichtliche Veränderungen durch Meteoriteneinschläge



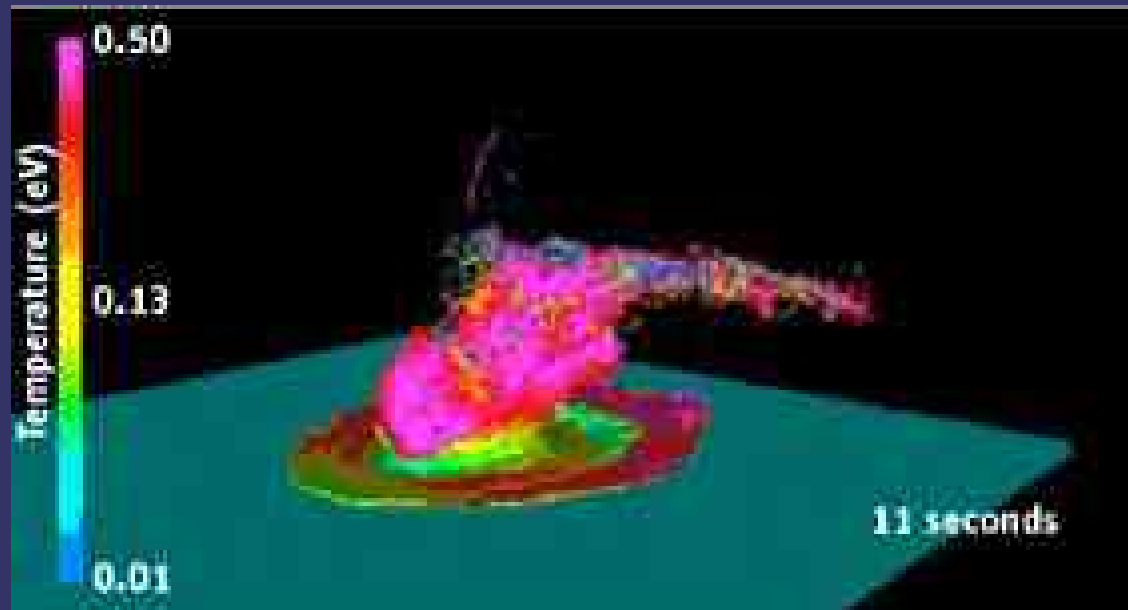
durch Plattentektonik mit Zyklen von etwa 200 Millionen Jahren ab hier nur bedingt erforschbar



# Der Einschlag auf Yucatan simuliert: 1. Phase des Einschlags

Wenige Sekunden nach dem Einschlag des 10 km Asteroiden:

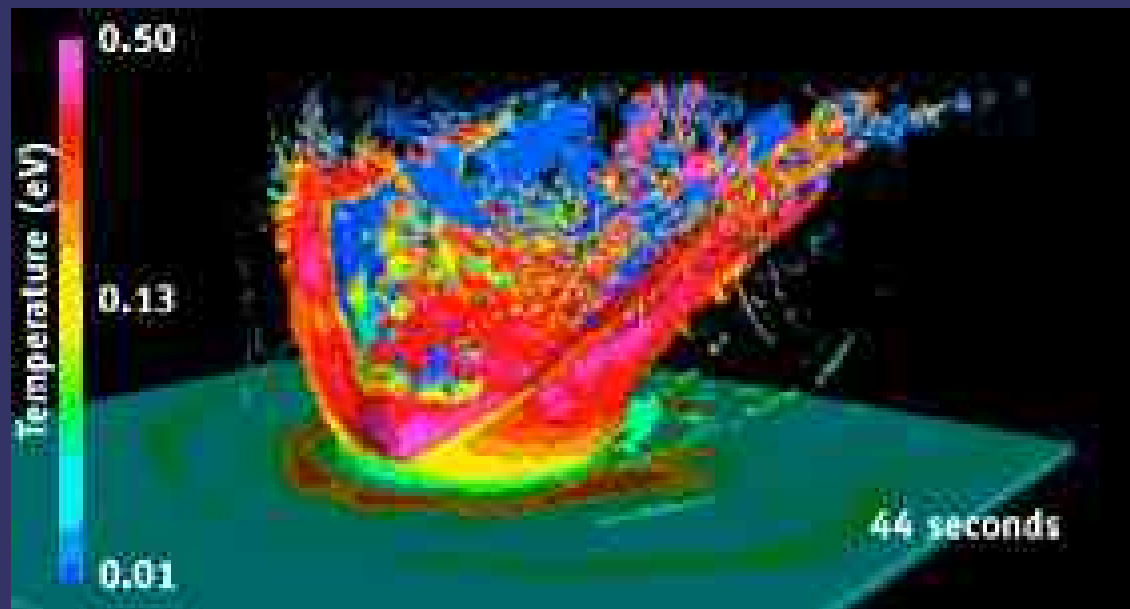
- mehrere Milliarden Tonnen Geröll werden in die Atmosphäre geworfen
- Viel Material im Winkel von 45 Grad zum Einschlag
- Das Bild zeigt perspektivisch das Einschlagsgebiet (Asteroid kommt von links). Die Materialtemperaturen sind farbig dargestellt (pink: 0.5 eV = 5800 ° C, ca. Sonnentemperatur). Skalierung: 250km, Auswurfshöhe 50 km



## 2. Phase des Einschlags: der Asteroid wird vernichtet

Weniger als 1 Minute nach dem Einschlag:

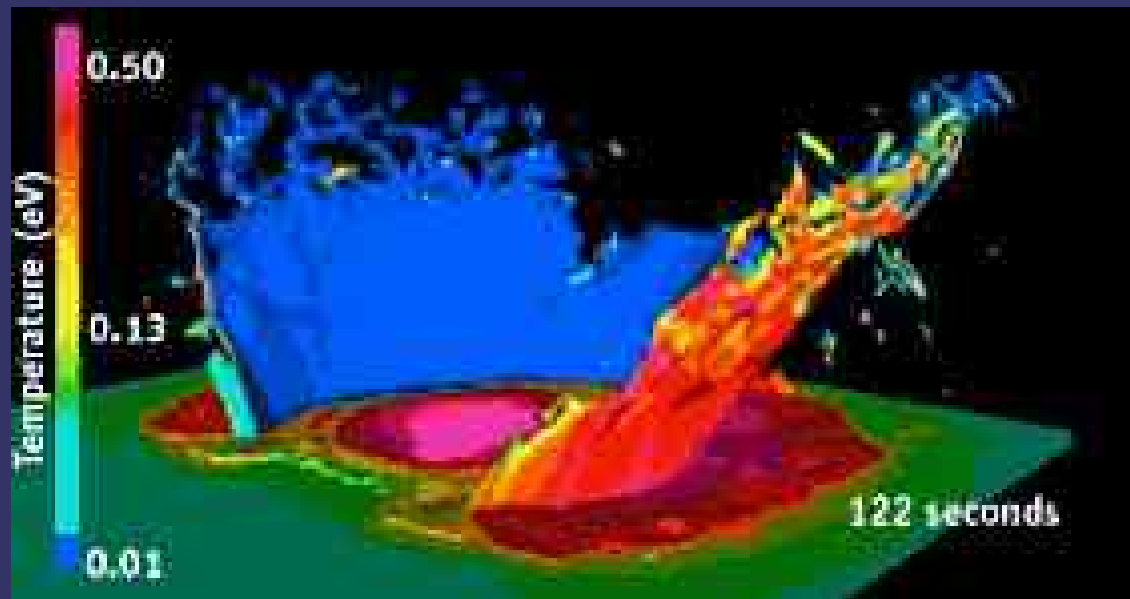
- Der Asteroid ist vernichtet
- Die Bewegungsenergie (ca. 1000 Mega Tonnen TNT) ist in Hitze umgewandelt
- Das Gestein verdampft, gewaltige Mengen Kalk, Granit und Wasser wurden ausgeworfen und fallen weißglühend wieder auf die Erde zurück
- Die sich noch im Krater befindliche Bodenmasse wird von der Explosion beschleunigt



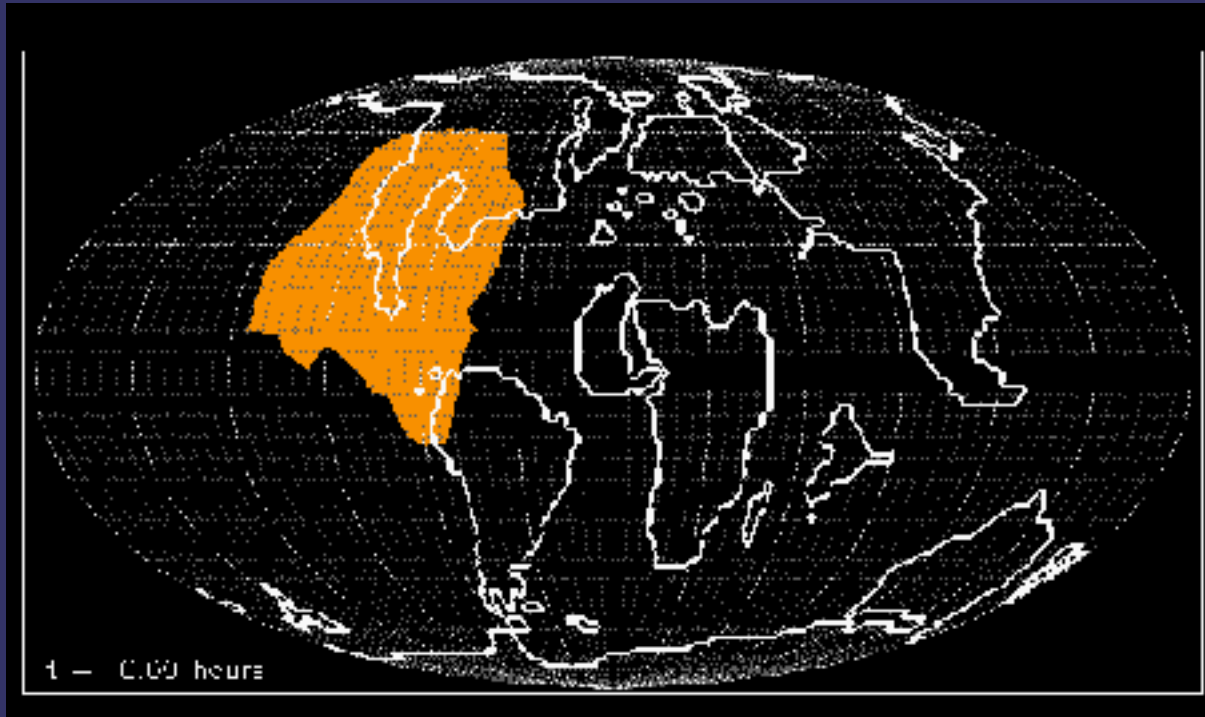
# 3. Phase des Einschlags: das Auswurfmaterial verteilt sich auf der Erde

Etwa 2 Minuten nach dem Einschlag:

- Der „Steinvorhang“ hat sich am Kraterrand gelöst und fällt zurück zur Erde.
- Es fällt schon mehr Material zur Erde zurück als nach oben geschleudert wird.
- Später werden die glühenden Steinbrocken auch wieder aus dem Weltraum zurückfallen und große Flächen der Erde anzünden.



# Simulation Feuerstürme nach dem Einschlag auf Halbinsel Yucatan



- ➔ Enorme Gesteinsmassen verdampfen beim Einschlag
- ➔ Material wird aus der Erdatmosphäre geschleudert
- ➔ Erde dreht sich auch weiter
- ➔ Glühende Steine zünden die Erde an



# *Mit dem Einschlag hat der Schrecken noch lange kein Ende. Oder war er in Wirklichkeit ein Segen?*



- ➔ Große Landtiere verglühen, verbrennen
- ➔ Manche kleine Tiere (Säugetiere!) können sich verkriechen
- ➔ Langjähriger „atomarer Winter“; Nahrungsmangel
- ➔ Chemische Veränderung der Atmosphäre?
- ➔ Warmblütler können sich schneller anpassen



# 1908 schlug ein Kometenkern ein



# 1908 in Sibirien – Tunguska - Beobachtet und beschrieben von Einheimischen

➔ 450 km vom Einschlagort:

” ein Feuerball kam von oben..wenige Minuten später einige ohrenbetäubende Kracher wie Donner ... danach 8 Knaller wie Kanonenschüsse”



Kirensk 2 sek  
vor der  
Explosion



# Der 50m Komet kam mit 12 – 20 km/Sek in die Atmosphäre. Schwach gebundenes Eis ist verdampft. Explosion 500 kT TNT...

(Hiroshima Bombe: 18 kT)

➔ 60 km vom Einschlagort:

” ich bin unter dem Vordach des Hauses der Handelsstation gesessen, habe nach Norden geblickt, als hoch über den Bäumen ein Teil des Himmels von Feuer bedeckt war, dann ein fürchterlicher Knaller. Die Erde bebte, dann hat mich ein Höllenwind 6 Meter weggeschleudert ”



Vanavara  
Handelsstation  
zur Explosion



# *Es wurde kein Einschlagskrater gefunden, weil der Meteorit in ca. 30 km Höhe explodierte*

➔ ca. 30 km vom Einschlagort:

”... zeitig in der Früh, als alle im Zelt schliefen, wurde unvermittelt das Zelt mit den Insaßen weggeblasen. Einige wurden bewusstlos. Ein Wahnsinnslärm war um uns herum, dann sahen wir die Bäume brennen, der Wald war total verwüstet. Die Rentiere flüchteten oder waren tot”



Was  
Rentierhüter  
sahen



# Bekommen wir auch einmal einen großen Meteoriten „auf den Deckel“?

## THE TORINO SCALE Assessing Asteroid/Comet Impact Predictions

No Hazard	0	The likelihood of collision is zero, or so low as to be considered zero. Also applies to all objects such as meteors and comets that burn up in the atmosphere and do not impact the Earth's surface.
Normal	1	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
Meriting Attention by Astronomers	2	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth. The object is not a threat to the Earth.
	3	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
	4	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
Threatening	5	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
	6	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
	7	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
Certain Collisions	8	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
	9	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.
	10	A small, non-threatening object with a low probability of collision with the Earth in the next 100 years. Only a few observations of the object are available. The object is not a threat to the Earth.

Fig. 2: Public description for the Torino Scale, revised from Binzel (2000) to better describe the attention as response that is intended for each category

- ➔ Ja sicher!
- ➔ Aber bis jetzt ist kein Objekt bekannt, das unbedingt einschlagen muss.
- ➔ Einschlagsgefahr anhand der Torino-Skala bewertet
- ➔ Genaue Vermessung der Bahnen um Risiko abschätzen zu können



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



# *Danke für Ihre Geduld!*

## Aktivitäten der NF Höflein:

- Wildwasserfahren
- Flusswanderungen / Auffahrten
- Volleyball (Beach- und Hallen-)
- Tennis
- Tischtennis
- Sauna
- Astronomie

