

Das hat uns der Himmel geschickt - aber was, wie und woher?

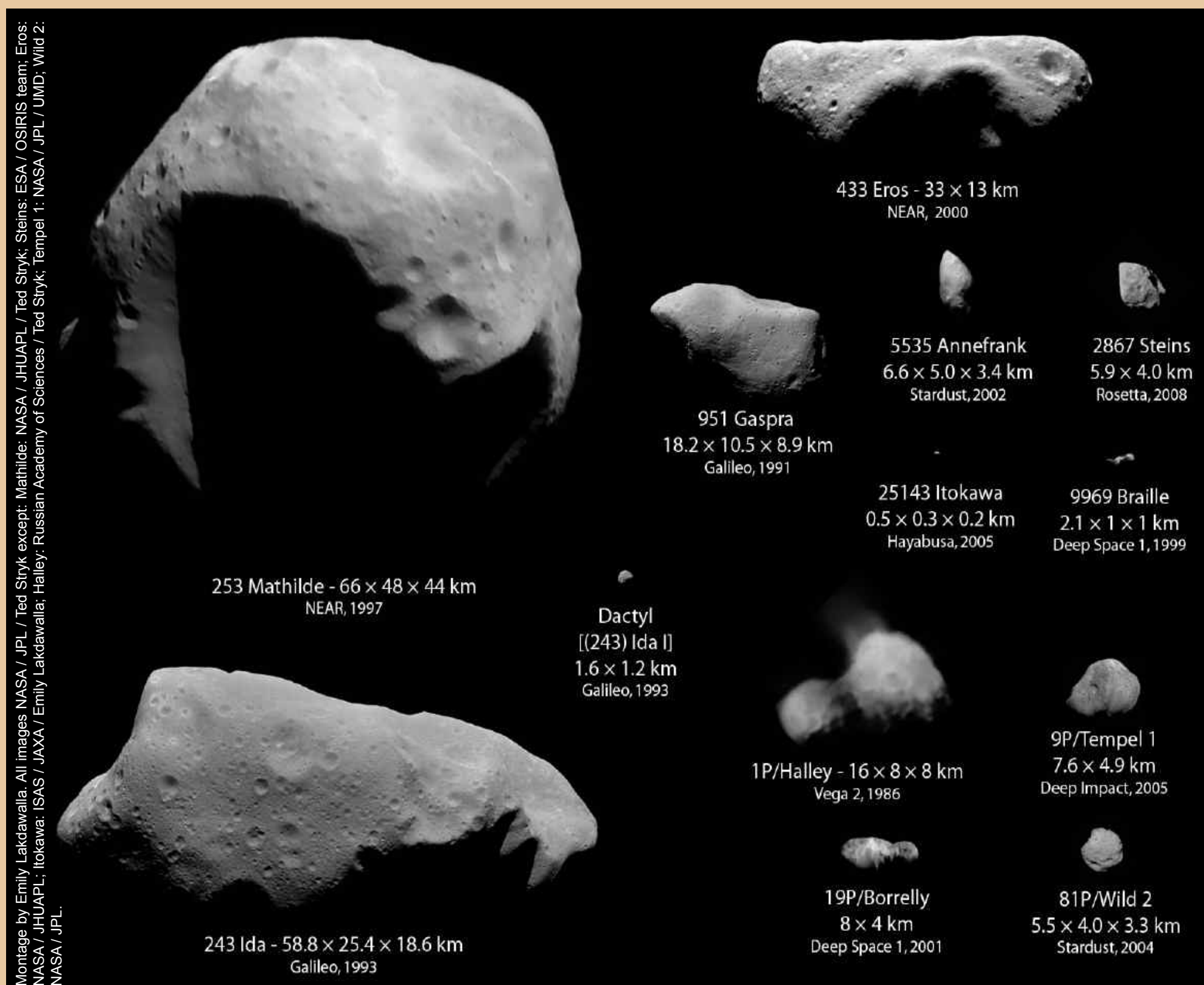
Krümel im Planetensystem: Planetoiden und Kometen

Planetoid (auch Asteroid):

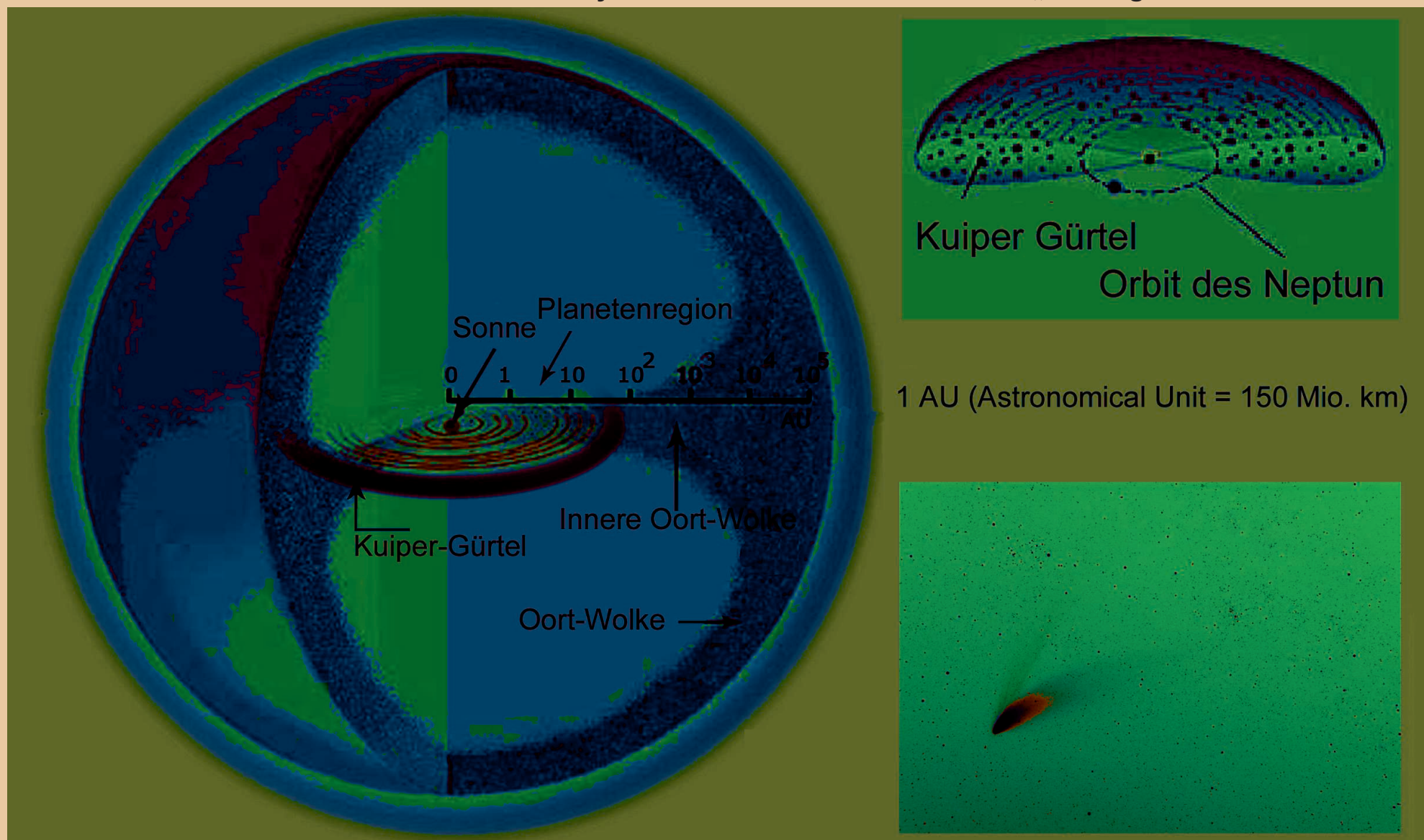
Ein interplanetarer Himmelskörper, der sich auf einer kreis- oder ellipsenförmigen Bahn um die Sonne bewegt. Die Größen reichen von mehreren Metern bis (derzeit) ca. 1800 km (Planetoid Orcus, 2004 DW). Überwiegend (ca. 90 %) der Asteroiden befinden sich in einem Planetoidengürtel zwischen Mars und Jupiter. Daneben gibt es Planetoiden innerhalb der Marsbahn (Erdbahnkreuzer oder NEO's, d.h. Near Earth Objects), zwischen Saturn und Uranus (Zentauren), jenseits der Neptun- und Plutobahn (im Kuiper-Gürtel). Einige Planetoiden werden selbst wiederum von kleineren Körpern umrundet - Planetoidenmonde.

Komet:

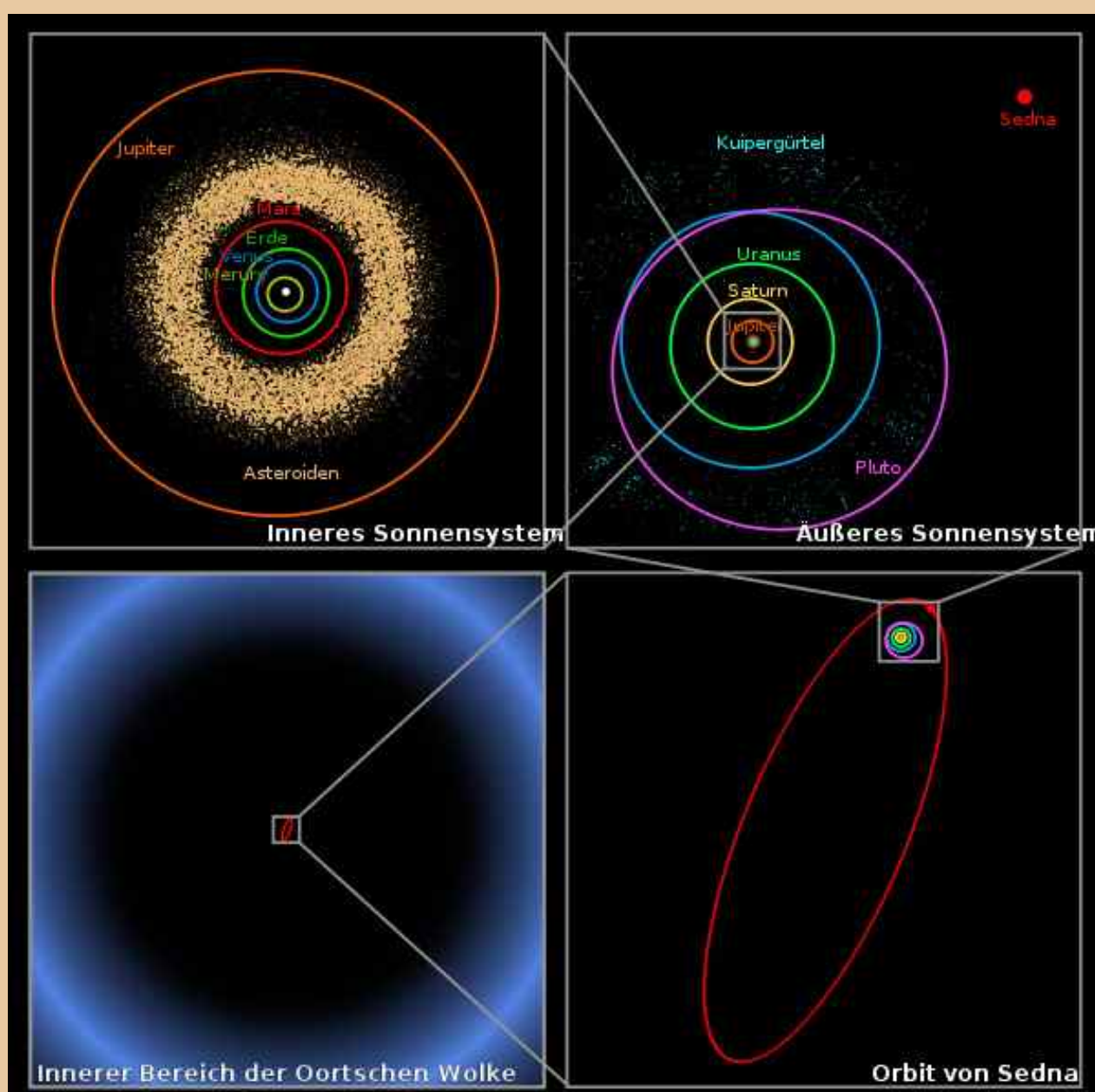
Ein interplanetarer Himmelskörper, bestehend aus einem festen Kern (Nukleus) und einem Gas- und Staubschweif, der auf einer sehr exzentrischen, ellipsenförmigen Bahn (mit meist hoher Neigung zur Ekliptik) der Sonne so nahe kommt, dass er durch Aufheizung die oberen Schichten des Nukleus (gefrorenes Kohlenmonoxid, Methan, Wassereis) gasförmig freisetzt und mit feinen Staubpartikeln vermischt als Hülle (Koma) und Schweif ausbildet. Der Kern eines Kometen kann zwischen 1-100 km groß sein. Es gibt aber sicher auch kleinere Bruchstücke kometarischer Materials. Die Koma, besteht vorwiegend aus Molekülen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Sie besitzt einen Durchmesser von durchschnittlich 50000 bis 150000 km, in Einzelfällen auch bis über 1 Million km. Der Sonnenwind entreibt Gas- und Staubpartikel der Koma und erzeugt so einen Kometenschweif, der aus einem Gas- und einem Staubschweif besteht. Der Gaschweif erreicht eine Länge zwischen 10 und über 100 Millionen km, manchmal bis zu 300 Millionen km. In ihm können die Partikel Geschwindigkeiten bis zu 500 km/s erreichen. Kometen sind Überreste der Entstehung unseres Planetensystems. Hunderte von Milliarden Kometenkern sind "schlafend", d.h. tiefgefroren und ohne Schweif, in der Oortschen Wolke verteilt, die in 40000-150000facher Entfernung von der Erde das Planetensystem umgibt. Durch gravitative Störungen der Oortschen Wolke (z.B. Vorbeibewegung des Sonnensystems an anderen Sternen) können gelegentlich einzelne dieser Kometenkern oder ganze Schwärme auf Bahnen gelenkt werden, die sie in das innere Planetensystem und Sonnennähe bringen. Aus der Oortschen Wolke scheinen sich vor allem die langperiodischen Kometen mit Bahnen über 200 Jahren Umlaufzeit zu speisen. Inaktive Kometenkern können auch in einer Art zweitem Planetoidengürtel - dem Kuiper-Gürtel - in 30 - 70facher Entfernung von der Erde, hinter der Bahn des Planeten Pluto, verborgen sein. Sie dürften unter anderem eine Quelle für die kurzperiodischen Kometen mit Umlaufzeiten unter 200 Jahren bilden.



Planetoiden und Kometenkern im Größenvergleich. Neuere Forschungen belegen in Einzelfällen Übergänge und Verwandtschaften unter beiden Typen von Himmelskörpern. Aus dem Kuiper-Gürtel und der Oort-Wolke wird das innere Planetensystem immer wieder mit Kometen „versorgt“.



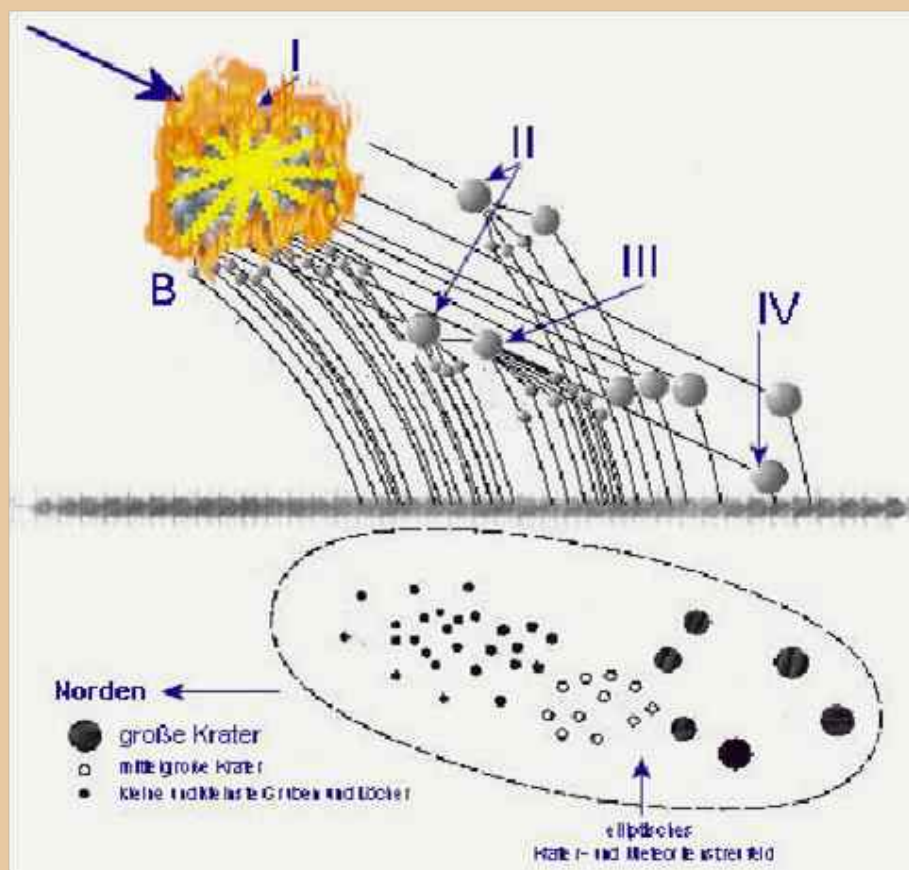
Bereiche von Klein- und Kleinstkörpern (Zwergplaneten, Planetoiden, Kometen) im Sonnensystem



Chiemgau-Impakt: Was kam da wie herunter?

Aus der Form und Lage des Streufeldes sowie der Größe und Verteilung der Krater in ihm, lassen sich grob gewisse Hinweise auf die Größe, Beschaffenheit, Dichte und Geschwindigkeit des in die Erdatmosphäre eindringenden Himmelskörpers, aber auch auf seine vermutliche Flugbahn lesen. Zunächst fällt eine gewisse "Sortierung" der bisher identifizierten Krater (Durchmesser: 3 bis ca. 500 m, Tiefe: 0,4 m bis ca. 40 (70?) m) in einem elliptischen Feld von ca. 58 x 27 km (ca. 1200 km² zwischen 47,8° - 48,4° N und 12,3° - 13,0° O) auf. Die kleinen befinden sich überwiegend im nördlichen, die großen häufen sich im südlichen Bereich des Streufeldes.

Eine derartige Verteilung der Kratergrößen folgt aus der unterschiedlichen Bewegungsenergie (kinetische Energie), die jeweils die Objekte eines Schwarms oder die Bruchstücke eines einzigen Körpers je nach ihrer Masse bei ursprünglicher Eintrittsgeschwindigkeit besitzen. Aufgrund ihres größeren Moments legen die massereicheren Fragmente einen längeren Weg in der Atmosphäre zurück, bevor sie durch die Luftreibung so abgebremst werden, dass sie in ca. 30° Neigung zur Senkrechten fallen. Masseärmerer Bruchstücke hingegen erreichen den Punkt größter Abbremsung früher und beschreiben dann eine steilere Bahn, die in ca. 20° zur Vertikalen verläuft. Die Fragmentation der Brocken kann je nach ihrer Beschaffenheit (Dichte, Festigkeit, Form, Material) mehrfach explosionsartig erfolgen. Sie führt zu einer Kaskade herabfallender Bruchstücke, deren unterschiedliche Fallkurven entlang und seitlich zur Flugbahn die beobachtete Größenverteilung der Krater auf dem Boden ergibt. Auch die Druckwellen, die von den mit großer Geschwindigkeit im Schwarm fliegenden Objekten durch die Kompression der Luft ausgelöst werden, tragen zu seitlichem Abtrieb bei.



So entsteht ein elliptisches Streufeld, dessen Lage der langen Achse und Verteilung der Krater die Flugrichtung der Bewegung des Schwarms abbildet. Im Falle des Chiemgau-Impaktes - nach der bisher bekannten Verteilung der Krater - muss das in die Lufthülle eindringende Objekt aus Richtung Nordosten nach Südwesten, in einem Winkel (Azimut) von ca. 43° zur Nordrichtung geflogen sein.

Mit Hilfe verschiedener Rechenmodelle kann die Frage nach Größe, Beschaffenheit und Geschwindigkeit des ursprünglichen Himmelskörpers (Kometenkern, Bruchstück eines Planetoiden), unter Annahme bestimmter Rahmenbedingungen, grob im Sinne einer Abschätzung und Eingrenzung beantwortet werden: Es müsste ein ca. 1100 m großes Objekt sehr geringer Dichte (< 1,3 g/cm³) mit einer Geschwindigkeit von ca. 12 km/s unter einem sehr flachen Winkel von etwa 7° in die Lufthülle der Erde eingedrungen sein. In eine Höhe von etwa 70 km brach es auseinander, und eine fortgesetzte Fragmentation begann. Dieses Szenario gilt für ein Meteoroid, das noch intakt war, als es die dichteren Schichten der Atmosphäre erreichte.

Damit ein Himmelskörper, z.B. ein Komet oder eine interstellare Raumsonde, das Sonnensystem verlässt, muss er eine Fluchtgeschwindigkeit von mehr als 42 km/s (bezogen auf die Sonne; heliozentrische Geschwindigkeit) erreichen.

Meteoroiden können "schell" oder "langsam" mit Geschwindigkeiten zwischen 72 und 12 km/s in die irdische Lufthülle eindringen, je nachdem ob sie in der Bahn der Erde (30 km/s) um die Sonne "von vorne" (42 km/s + 30 km/s = 72 km/s) oder "von hinten" (42 km/s - 30 km/s = 12 km/s) in die irdische Atmosphäre stürzen. Im Falle des Chiemgau-Impaktes bewegte sich das Objekt vergleichsweise "langsam", mit nur ca. 12 km/s (oder ein wenig höher) in Richtung der Erdbewegung (progred) um die Sonne und trat gewissermaßen "von hinten" kommend in die Lufthülle ein.

Das Objekt könnte allerdings auch bereits im Weltall durch die Gezeitenkräfte der Erde auf einer Höhe von ca. 22 200 km (Roche'sche Grenze bei 1,3 g/cm³ Dichte des Objekts) in einen Schwarm von Bruchstücken zersplittern worden sein. Diese wären dann, wie an einer Perlschnur aufgereiht, in die Atmosphäre gestürzt und dort in Kaskaden weiter fragmentiert - ein „multipler Impakt“. Besonders „poröse“ Objekte, deren Komponenten nur leicht zusammengefügt sind (adhäsive Bindung) sind anfällig für eine derartige Fragmentation in Planetennähe.

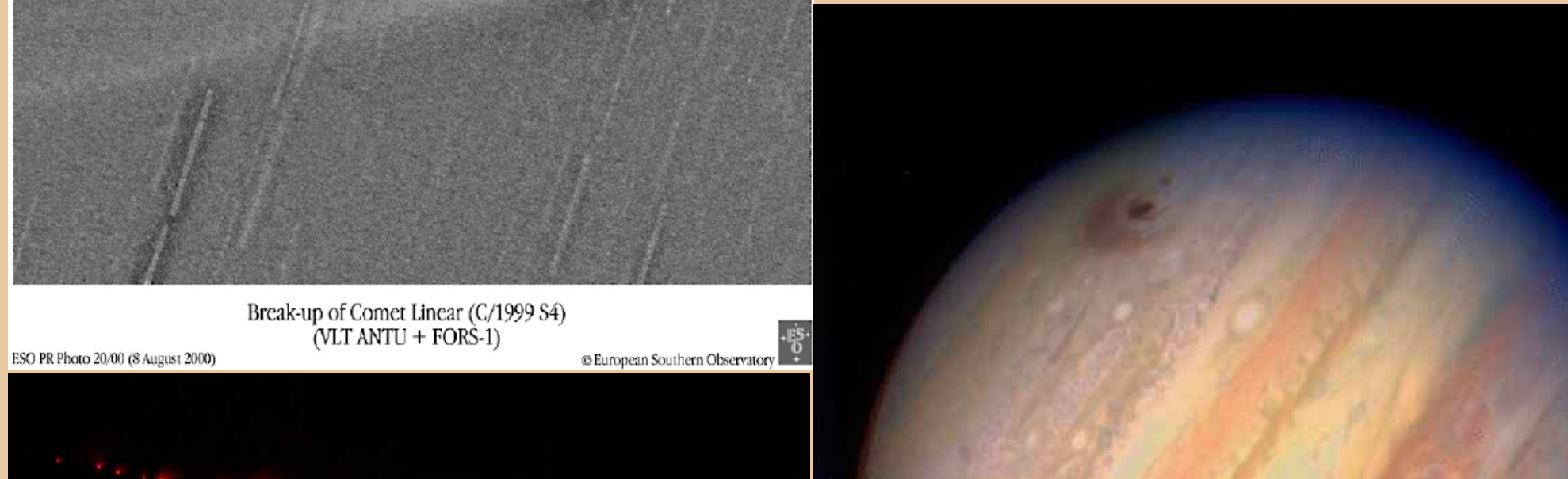
Woher kam der Himmelskörper, der das Kraterfeld erzeugt hat?

Die Geschwindigkeit, mit der sich das Objekt vor dem Eintritt in die irdische Lufthülle bewegt hat, gibt einen Fingerzeig: Ein so "langsamer", progred um die Sonne umlaufender Brocken (12-14 km/s) müsste eher aus dem inneren Sonnensystem stammen, d.h. z.B. aus dem zwischen Mars und Jupiter befindlichen Planetoidengürtel oder einem erdnahen Orbit. Es könnte sich dann entweder um ein Bruchstück eines Planetoiden von sehr geringer Dichte (< 1,3 g/cm³) oder um einen nicht mehr aktiven Kometenkern (kurzperiodischer Komet) ähnlich geringer Dichte handeln. Der Himmelskörper mag auch aus dem Kuiper-Belt oder der Oortschen Kometenwolke stammen.

Der größte Planet im Sonnensystem, Jupiter, beeinflusst die Bahnen von Kometen (z.B. des Kometen Lexell (D/1770 L1) im Jahr 1776) oder verändert sie so, dass die Schweifsterne auf ihn stürzen und in seiner Atmosphäre gewaltige Turbulenzen auslösen (z.B. im Jahr 1994 P/ Shoemaker-Levy 9 (D/1993/F2) oder kürzlich erneut durch ein unbekanntes Objekt am 19.7.2009). Er wirkt so wie ein Schutzschild für die Planeten im inneren Sonnensystem, insbesondere die Erde. Aber er kann auch Kometen von ihrer ursprünglichen Bahn auf eine kurzperiodische oder einen Impakt-Kurs zu einem Planeten, Planetoiden oder Mond lenken. So werden Himmelskörper aus einer weit entfernten Region des Sonnensystems, die einer primitiveren Aufbau besitzen, in erdnahe Bereiche „verfrachtet“.

Genau dies geschah mit dem Kometen 81P/Wild 2. Bis 1974 bewegte sich dieser in einer Umlaufbahn weit hinter Jupiter und wurde von dessen Anziehungskraft auf die Bahn eines kurzperiodischen Kometen im inneren Sonnensystem umgelenkt. Da 81P/Wild 2 wohl aus dem Kuiper-Gürtel stammt, war damit eine ausgezeichnete Gelegenheit gegeben, ein solches Objekt mit einer Raumsonde (Stardust) anzusteuern.

8.8.2000: Der Komet Linear C/1999 S4) zerbricht in einen Schwarm von „Kometesimalen“, Staubteilchen und Brocken von 30 m Durchmesser und mehr. Etwa 25-30 m hatte das Fragment, das den Tüntensee-Krater erzeugt hat.



Impakt in der Jupiteratmosphäre: Komet P/Shoemaker-Levy 9 (1993 e) aufgenommen am 17.5.1994 (© Hubble Space Telescope Jupiter Imaging Team, NASA)

Ein Beispiel dafür gab der Komet P/Shoemaker-Levy 9 (D/1993/F2) im Juli 1994. 21 Fragmente des ca. 10 km großen Himmelskörpers fielen nacheinander (16.7. bis 22.7.) in die Lufthülle des Planeten Jupiter und verursachten dort riesige Turbulenzen, die von der Erde aus auch in kleineren Teleskopen sichtbar waren.

Das Meteoroid, das den Chiemgau-Impakt verursacht hat, könnte im erdnahen Weltraum in mehrere größere Fragmente auseinandergerissen worden sein. Diese erzeugten dann in einem größeren Areal zwischen Allötting und den Alpen südlich des Chiemsees verschiedene zusammengehörende Streufelder. Dafür spräche die ungewöhnliche Breite der Verteilungselipse von ca. 27 km. Das rechnerische Modell führt auf ein deutlich schmaleres Streufeld bei einer Länge von ca. 58 km. Während mehrere „dicke Brocken“ (> 100 m) in einem kurzen zeitlichen Abstand herabstürzten, drehte sich die Erde unter ihren Flugbahnen ein wenig weiter. Dies führt zu einem von Osten nach Westen gerichteten Versatz und damit zu einer Aufweitung des Kraterstreufeldes. Der Winkel und die Geschwindigkeit der Objekte beim Eintritt mögen im Falle eines multiplen Impaktes etwas höher gelegen haben, da die kleineren Teilstreufelder durch schneller fliegende und steiler einströmende Meteoroiden gedeutet werden könnten.

Faktoren, die den Impaktvorgang bestimmen

1. Eintrittsgeschwindigkeit
2. Eintrittswinkel
3. Durchmesser des Meteoroiden
4. Dichte des Meteoroiden
5. Material des Meteoroiden
6. Materialfestigkeit
7. Abtragungsrate (Ablation)
8. Explosivstoffe im Meteoroiden (z.B. Kladrate, Wasserstoffperoxid)
9. Erdrotation u.a.m.

Problemfälle: Asymmetrische, kohäsive, inhomogene Gebilde, bestehend aus „Klumpen“ ganz verschiedenartigen Materials und Aushöhlungen, mit Komponenten aus Methanhydrat, Wassereis).

Strukturmodelle von Asteroiden

Modell	Kohärent aber mit Frakturen	Kräftige Frakturen	„Loser Schutthaufen“
Beschreibung	Der Asteroid zeigt geringe Frakturen, ist aber dennoch ein kohärenter Körper. Wenn sich Frakturen quer durch den Körper ziehen, sind keine Fragmente aus ihrer ursprünglichen Position lateral bewegt oder gedreht worden.	Der Asteroid ist infolge kräftiger, mehrfacher Frakturen in Teile aufgebrochen, die sich an andere Positionen lateral bewegt oder gedreht haben und so „Leerräume“ erzeugen.	Der ursprüngliche Körper des Asteroiden ist völlig zersplittert. Die verschiedenen Bruchstücke haben sich neu zusammengefügt in einem gravitativ gebundenen Gebilde.
Vermutliche Porosität	0-15%	15-30%	>30%

Neue Ansichten zum Aufbau der Kometen

1. Kometen sind sehr verschiedenartige Körper, mit jeweils komplizierten Entwicklungsgeschichten. Der Aufbau der Kometenkern ist unterschiedlich und sehr komplex. Die äußere Form der Kometenkern ist ebenfalls sehr differenziert (z.B. Hantelform von 8P/Tuttle)
2. Große Verschiedenartigkeit von Materialien, die ihre Entstehung tiefen und hohen Temperaturen (bis zu 1700°C) verdanken und auf eine Vielzahl unterschiedlicher Entstehungsbedingungen hinweisen
3. Die Kometenmaterie ist im inneren wie auch im äußeren Sonnensystem entstanden. Es ist ein besonderer noch nicht genau bekannter Mischungsprozess (eventuell Jet-Ströme der Protosonne) erforderlich.
4. Es gibt nicht nur feinkörnige, sondern auch grobkörnige Stoffe, z.B. recht große Kristalle aus Olivin, Pyroxen und Eisen-Nickel-Sulfiden.
5. Nachweis von Calcium, Chrom, Aluminium, Eisen, Kupfer, Mangan, Titan, Vanadium, Zink, Zirkon in verschiedenen Verbindungen (z.B. FeO, TiN, FeNi, MnO, Cr₂O₃, H₂O (Wasser-Eis), CO₂ (Kohlendioxid-Eis), HCN (Zyanwasserstoff, Blausäure), C₂H₄N (Methylcyanid), FeS₂ (Eisensulfid; Markasit/Pyrit), Ca(CO₃) (Kalkzit), CaMg(CO₃)₂ (Dolomit), Al₂O₃ (Aluminiumoxid), (Mg, Fe)₂SiO₄ (Magnesium-Eisen-Silikat; Olivin), (Mg, Fe)₃[Si₃O₇] (Enstatit), Karbonate, Tone (Smekтите), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Methylamin (CH₃N) und Ethylamin (C₂H₅N).

Komet 17P/Holmes hatte um den 24./25.10.2007 seine Helligkeit in kürzester Zeit um das 500.000-fache gesteigert (von ca. 16^m auf 2,8^m). Als Ursache der ungewöhnlichen Leuchtkraftsteigerung und der rapiden Zunahme der Staubkoma wird ein Zusammenstoß mit einem anderen Meteoroid, ein Aufbrechen der Oberfläche oder das Zerbrechen des Kerns diskutiert. Nach einer Hypothese von R. Miles soll der schnelle exotherme Zerfall von H₂O₂, angereichert in einem Kern unter Anwesenheit von Fe-Verbindungen, den Ausbruch verursacht haben.

Meteoroid (auch Meteoride):

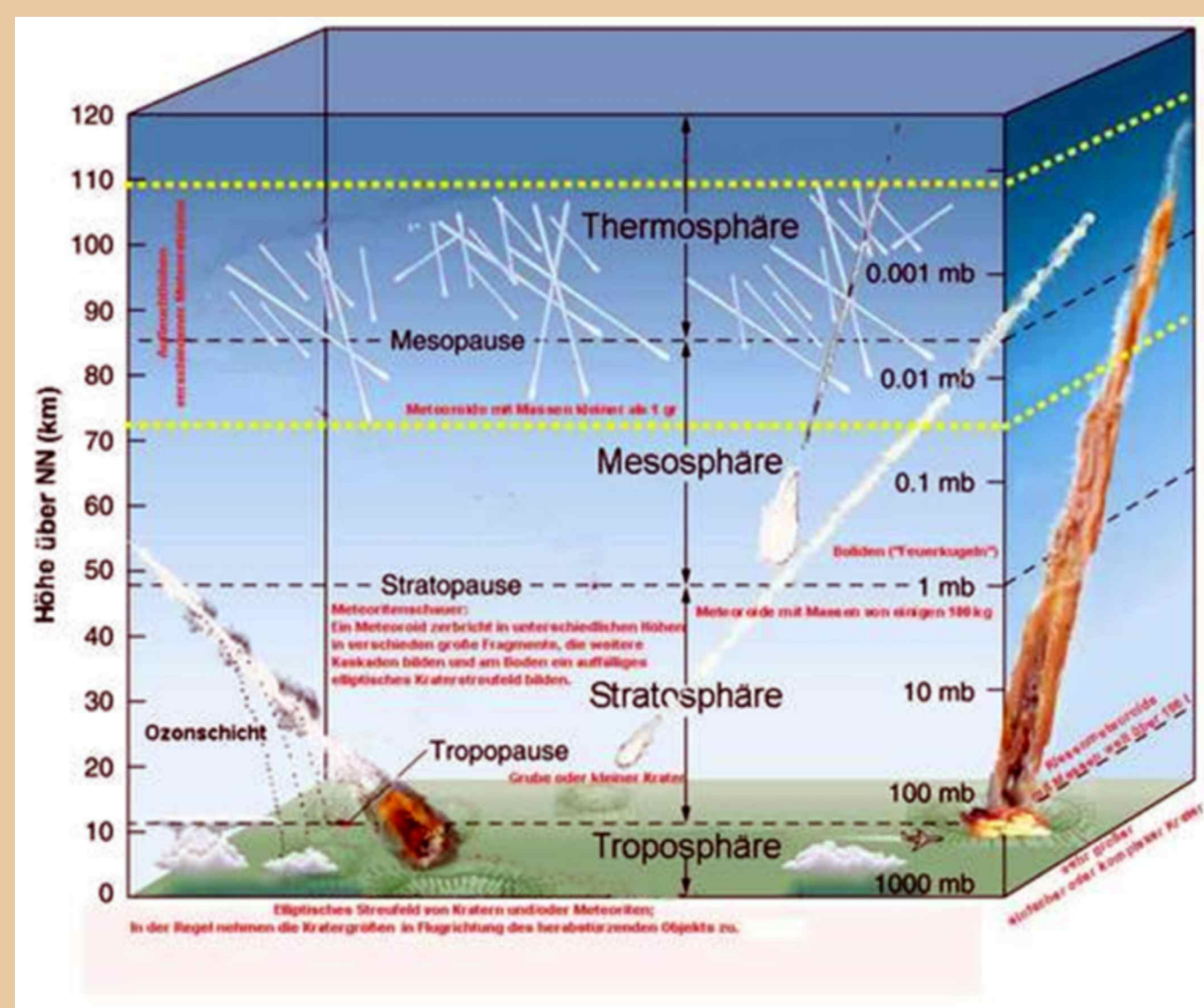
Ein interplanetarer Körper, der aus gefrorenen Gasen (z.B. Methan) und Wassereis, Gestein sowie Metallverbindungen besteht. Er kann nur wenig größer sein als einzelne Moleküle oder ein Staubteilchen (0,1 mm). Dann handelt es sich um einen Mikrometeoroiden. Aber auch mehrere Meter große Brocken gehören zu diesen Objekten. Sie sind in der Regel Bruchstücke von Planetoiden des Asteroidengürtels zwischen Mars und Jupiter, kurzperiodischen Kometen, die sich im inneren Bereich des Planetensystems bewegen, oder langperiodischen Kometen, die von der Oortschen Kometenwolke im äußersten Bereich des Sonnensystems kommen und bei ihrem Lauf um die Sonne auch in Erdnähe kommen. In einigen Fällen stammen sie auch vom Mond oder Mars.

Meteor:

Die Leuchterscheinung und der Schweif, gelegentlich durch Geräuschphänomene begleitet, die infolge der Ionisation der umgebenden Luft auftritt, wenn ein größerer Meteoroid (ab 1 g) in die Atmosphäre eines Planeten (oder Mondes) eindringt. Ist das Aufblitzen heller als -4m (etwa scheintbare Helligkeit des Planeten Venus), nennt man ein solches Meteor auch Bolide ("Feuerkugel"). Die Höhe des erstmaligen Aufleuchtens liegt meist zwischen 300 km bis 100 km, der Punkt des Verlöschtens bei ca. 80 bis 30 km über dem Erdboden, abhängig von der Anfangsgröße des Meteoroiden. Die Meteoroiden können mit geozentrischen Geschwindigkeiten zwischen ca. 72 km/h und 12 km/s in die Erdatmosphäre eintreten.

Meteorit:

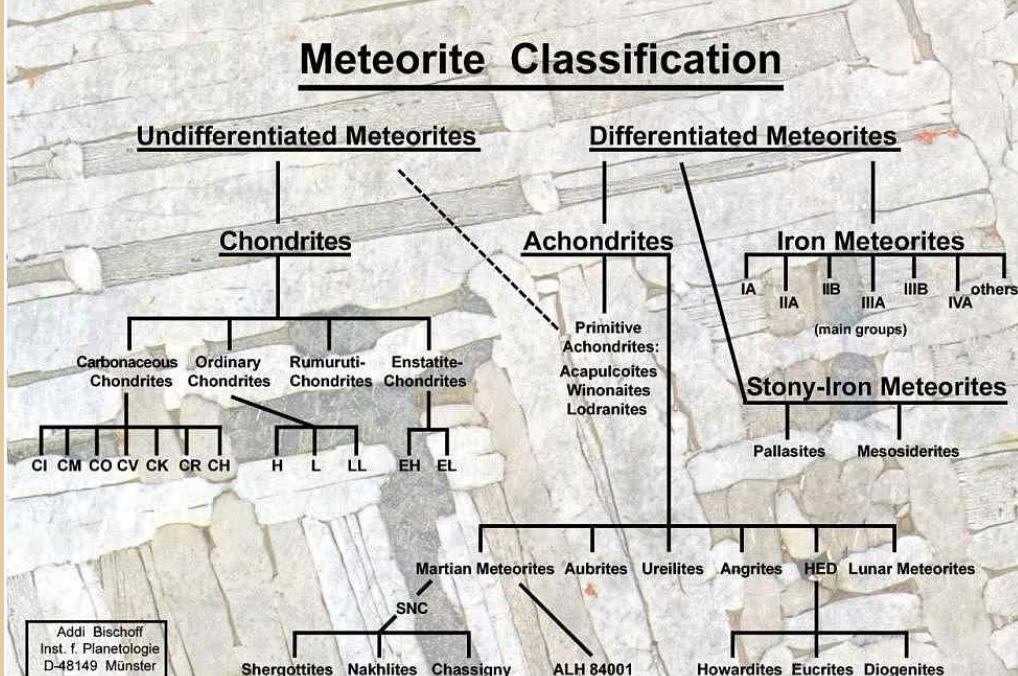
Erreicht ein Reststück des Meteoroid nach Passage der Atmosphäre den Boden, wird es Meteorit genannt. Es zeigt meist deutliche Spuren einer Materialverformung durch Druck und Wärme. Täglich fallen ca. 40 t meteoritischer Materials auf die Erde. Meistens handelt es sich um 0,1 mm große Mikrometeorite, die ohne Leuchterscheinung die Lufthülle durchlaufen. Etwa 20000 Meteorite mit einer Masse größer als 0,1 kg erreichen pro Jahr den Erdboden, die meisten von ihnen sind jedoch kaum größer als kleine Kieselsteine.



Grafische Darstellung der verschiedenen Typen von Meteoroiden, Meteoren und erzeugter Krater(-felder).

Sind noch Meteoritenstücke zu finden?

In den bisher bekannten Meteoritenkrater-Streufeldern auf der Erde können häufig kleinste und kleiner Reste des Impaktobjekts gefunden werden. Man kann diese in ein Klassifikationssystem einordnen, das grob nach Steinmeteoriten (89,8%), Eisenmeteoriten (4,8%) Stein-Eisenmeteoriten (1,2%), mit vielen Untergruppen unterscheidet.



Im Chiemgau-Impakt-Kraterfeld wurde auffälliges „exotisches“ Material entdeckt (Poster Mineralogie, Petrographie, Geochemie / Bekanntes, Ungewöhnliches, Exotisches / Der Chiemgau-Impakt unter dem Elektronenmikroskop), das für seine Entstehung die Kombination sehr hoher Temperaturen wie Drücke und teilweise auch Sauerstoffabschluss benötigt. Fullerenne, mono- und polykristalline Nanodiamanten, Titankarbid, besondere Eisensilizide (Xifengit, Gupeit, Hapkeit) sowie andere Mineralien belegen extreme Entstehungsprozesse. Dass die untersuchten Proben zudem Mischungen aus Mineralien enthalten, die zugleich genau entgegengesetzte Erzeugungsabläufe benötigen, z.B. sehr hohe und niedrige Temperaturen, die die Bildung wechselseitig stören oder gar verhindern, ist bemerkenswert. Die bisher vorliegenden mineralogischen Ergebnisse und die fortlaufenden sehr aufwändigen wissenschaftlichen Untersuchungen machen deutlich, dass eine geo- oder anthropogene Erzeugung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Hingegen wird die Hypothese gestützt, dass manche der exotischen Stoffe primär vom extraterrestrischen Objekt stammen (Ausgasungsprozesse und Rekondensation) könnten oder sekundär bei der Passage des Impaktors durch die Atmosphäre (Boudouard-Reaktion in der Schockfront) sowie in der Wechselwirkung mit den Mineralen des Erdbodens gebildet worden sind.

Verschiedene Typen von Kohlenstoff (Graphit, Nanodiamanten, Fullerenne), Moissanit (kubisches SiC), Titankarbid (TiC) treten in manchen Meteoriten und kosmischem Staub auf. Das Material kann dabei noch aus dem präsolaren Gas- und Staubebel stammen, aus dem sich die Sonne, Planeten, Zwergplaneten, Planetoiden, Monde und Kometen einst, vor ca. 4,57 Milliarden Jahren, bildeten. Dann trennte die Minerale in Form von winzigen Körnern auf, nur einige Nanometer bis Mikrometern groß, die sich durch ein deutlich abweichendes Isotopenverhältnis von der „normalen“ (durchschnittlichen) Materie im Sonnensystem (z.B. Planeten), unterscheiden. Die oben aufgeführten Minerale können auch indirekt durch spezielle Messungen in der inter- und zirkumstellaren Materie nachgewiesen werden. Die „Reste“ von Sternen in den letzten Stadien ihrer Entwicklung, z.B. Post-AGB-Sterne, Novae und Supernovae, werden als Hüllenmaterial abgestoßen und bilden das Ausgangsmaterial für neue Sterne und Planetensysteme. In den Schalen werden neben anderen Elementen und Molekülen unter anderem Graphit, Nanodiamanten, Siliziumkarbid, Titankarbid und auch Eisensilizide erzeugt. Material, das auch im Chiemgau-Kraterstreufeld vorhanden ist. Besonders beachtenswert sind in diesem Zusammenhang die Eisensilizide (FexSi₂), die im gesamten Gebiet zwischen Allötting und den Alpen in Form der äusserst seltenen Typen Gupeit (Fe₃Si) und Xifengit (Fe₅Si₃) konzentriert, wenn auch in Spuren (ca. 3 kg auf 3000 km²), aufgefunden worden. Wenn sie eine natürliche Erzeugung dokumentieren, wofür vieles spricht, z.B. ihr Nachweis zusammen mit Nanodiamanten in Schmelzkrusten von Gesteinen aus einem 11 m-Krater (004) im Alltöttinger Gebiet, dann legen die bisher weltweit bekannten Funde dieser seltenen Minerale nahe, dass sie einen extraterrestrischen Ursprung haben könnten: 9 von 11 Proben (ohne Chiemgau Impakt) sind auf einen extraterrestrischen Ursprung zurückzuführen.



1. Yanshan, Yan Gebirge (Yan Shan), Präfraktur Chengde, Provinz Hebei, China (kosmischer Staub), 2. 19N 175W, Mid-Pacific Rise, Pazifik, Unterseeischer Taleberg (Guyot; 2486 m) (unbekannte Herkunft), 3. Fluss Is, Isovsky Distrikt, Ekaterinburgskaya (Sverdlovskaya) Oblast, Mittlerer Ural, Russland (unbekannte Herkunft), 4. Belo Horizonte, Brasilien (unbekannte Herkunft), 5. North Haig, Sleeper Camp, North Haig, Western Australia, Australien (meteoritisch), 6. DaG 319, Dar al Gani, Libyen (meteoritisch), 7. DaG 1047, Dar al Gani, Libyen (meteoritisch), 8. FRO 9036, Frontier Mts., Antarktis, meteoritisch (gepaart mit FRO 90168), 9. NWA 1241, Nordwestafrika (meteoritisch), 10. Dh-280, Dhofar, Provinz Al Janubiyah, Oman, (meteoritisch lunar), 11. Magnetsche Spherulen, Ungar, Kosmischer Staub / Impakt, 12. Chiemgau Impakt Kraterstreufeld, Deutschland, Impakt

Im Fund von kosmischem Staub (kleine Spherulen) aus Yanshan, Provinz Hebei, China, bilden Gupeit und Xifengit neben Titankarbid (TiC) die wesentlichen Bestandteile. Auffällig ist hier, wie auch bei dem Fundmaterial aus dem Chiemgau Impakt Kraterstreufeld, der geringe Prozentsatz an Nickel. Die mineralogische Zusammensetzung dieses Meteoriten ähnelt sehr dem Material, das im bayerischen Kraterstreufeld aufgefunden wurde. Metallisches Eisen (α-Fe) sowie Ferromonosilizide (FeSi) zusammen mit Titankarbid (TiC) in sehr dichten Staubböden entstehen, die Sterne mit einer Masse von mehr als acht Sonnenmassen – sogenannte AGB-Sterne (Asymp-totic Giant Branch) - in der Endphase ihrer Entwicklung durch den von ihnen ausgehenden Materiestrom („Stermwind“) so sich herum bilden. Tatsächlich hat man auch im Gas- und Staubebel NGC 7023 (Iris-Nebel) kleinste Partikel eines Eisensilizids, α-FeSi₂, nachweisen können. Im Reflektionsnebel NGC 7023 (Iris-Nebel) im Sternbild Kepheus) wurde 2002 ein Typ eines Ferrosilizids, α-FeSi₂, nachgewiesen. Der Gas- und Staubebel umgibt einen Stern, der sich in den Anfangsstadien seiner Entwicklung befindet. Es scheint auch im Spektrum der Hülle um den Post-AGB-Stern AFDL 4106 (ein Doppelstern) Hinweise auf Eisensilizide (FeSi) zu geben. Das heißt, dass Ferrosilizide ein Bestandteil der interstellaren Materie sind.