

100 tons rum-sten og støv i døgnet rammer jordens atmosfære

Men bare rolig. Der sker ikke noget mens du læser denne artikel, som vil prøve at forklare lidt om hvorfor og hvordan.

Kikker du på månen i kikkert eller ser på astronomiske billeder af f.eks. Jupiters måner, er deres overflader dækket af store og små kratere forårsaget af nedfaldende materiale fra rummet. Selv de mindste sten på månens overflade er gennemhullede af mindre objekter der falder (drøner) ind med mellem 20 og 70 km i sekundet, alt efter indfaldsvinklen eller om de bevæger sig i samme eller modsat retning i rummet (ligesom der på motorvejen er forskel på at køre op i en bil bagfra eller køre ind i frontalt).

Jorden derimod har et vigtigt forsvarsværk: **atmosfære**. Når de indfaldende meteoriter i høj fart møder den ultra-tynde atmosfære i halvanden hundrede kilometers højde, presser de luftmolekylerne sammen foran sig så de gløder og lyser. Så selv om indtrængerne kommer med en temperatur på minus 270 grader, så smelter eller fordamper (meget af) materialet. Efter hundrede kilometers opbremsning når de overlevende indtrængere normalt ned på en almindelig faldhastighed og falder "mørkt".

Og lige for en ordens skyld: Meteorider (og småplaneter fra asteroidebæltet) farer afsted i rummet, Meteor falder i atmosfæren, Meteoritter er de sten man finder på jorden.



Middlesborough-meteoritten (1,5 kg, England, 1881) har haft et såkaldt orienteret fald (uden at tumle rundt). Det smeltede materiale har løbet op langs siden og forsvundet og har dannet den smukke spids. (Og givet viden om hvordan astronauters landingskapsel må varmebeskyttes)

En anden grund til at vores planet, hvor 71% af overfladen er hav, kun kan fremvise knap 200 meteor-kratere er, at vand, vind, frost og tøj, planter, vulkanisme og pladetektonik - aktiv geologi - hele tiden ændrer jordens overflade. Til sammenligning kan der tælles ca. 40.000 kratere på Mars der kun har en tynd atmosfære og ingen (hidtil konstateret) aktiv geologi.

Sten og støv i alle størrelser

Meteor på **0,2-0,4 mm** smelter ved mødet med atmosfæren, men bremses hurtigt op, krystalliserer til smukke varierede perler og lander som **Mikrometeoritter**. Musikeren Jon Larsen har som den første vist hvordan selv du kan finde dem i tagrenden. Søg på Jon Larsen på Facebook (Project Stardust) hvis du er nysgerrig.

Meteor på **0,5-10 mm**, tegner som et **Stjerneskud** en lysende streg, fordamper og røgpartiklerne forbliver svævende i stratosfæren. Måske når et håbefuldt menneske at hviske et ønske ved det smukke syn.

Meteor større end **1 cm**. Overfladen smelter af og fordamper i de få sekunder (måske 5-10 sek.) de bremses op. De større kan som følge af indre svagheder og den voldsomme opbremsning bryde i flere stykker og spredes som **Meteoritter** over et større "strøfelt". Jo større meteoren er, desto synligere lysspor.

Ejby-meteoritten (anslået til oprindeligt 50 cm og 2-300 kg) faldt i København i 2017 i mange stykker. Det største i Herlev på 6,7 kg. Der blev indleveret talrige meteoritter til Statens Naturhistoriske Museum, i alt knap 9 kg (meteoritter er "Danekræ" og skal afleveres) og knap 2 millioner kroner blev udbetalt i dusør. – Lad os antage at lige så mange meteoritter ikke blev fundet – f.eks. at 200 kg når atmosfæren og 20 kg når jorden; så er 180 kg fordampet. Godt vi har et beskyttende luftlag omkring jorden. Ejby-faldet er typisk for de fleste meteorit-fald.

Sikhote Alin-jern-meteoritten vejede anslået 100 tons ved mødet med atmosfæren, men efter afsmeltning landede mellem 23-27 tons over et stort område i de Øst-Sibiriske bjerge i 1947, fordelt i utallige små og store stykker, mange smukt formede af afsmeltningen, andre skarpkantet schrapnel (sprængstykker; forårsaget af voldsom opbremsning og indre svagheder).

Chelyabinsk-Meteoritten (anslået til 17 meter, 10.000 tons), ramte i 2013 jordens atmosfære over Ural-området i Rusland, dannede et 250 km langt lysspor hen over landskabet, eksploderede mange gange og efter at have kastet titusindvis af små og større meteoritter dumpede den sidste 500 kg klump gennem isen i Cherbakul-søen. I Chelyabinsk lokkede det blændende lys folk til vinduet, og godt et minut senere knuste trykbølgen ruderne så over 1.000 mennesker fik øjenskader og mange bygninger fik store skader. Se artikel i Stenhuggeren April 2013. Chelyabinsk-faldet betegnes som en 100-års hændelse. Jeg modtog en lille Chelyabinsk-meteorit på 3,4 gram 3 uger efter faldet for 1.300 kr.

100 år før, i 1908, skete en **enorm eksplosion over Tunguska**-området midt i et øde skovområde i Øst-Sibirien. (Øde betyder blot at der ikke er fastboende mennesker 😊). En **komet** (himmellegeme bestående af is, støv og større partikler) har haft retning mod jorden, er eksploderet i stor højde, og eksplosionen og ildkuglen foran kometen væltede 80 millioner træer, braget hørtes 1.000 km væk og ruder knustes i nærmeste by 60 km borte. De væltede træer peger ind mod centrum, hvor mange er brændte. Der er ingen spor af selve himmellegemet, men der er i tørv fundet forhøjet indhold af tungmetallet iridium – et typisk tegn på himmelsk indblanding.

I forhistorisk tid skabte en indfaldende komet en ildstråle der smeltede store mængder gult ørkensand i snesevis af kvadratkilometer i Sahara mellem Libyen og Egypten (på samme måde som sandet i områder for USA's atombombe-prøvesprængninger). Det "**Libyske ørkenglas**" blev flækket til redskaber af vore derboende forfædre.

Men bare rolig

De fleste af os ved, at Chicxulub-krateret under Yucatan-halvøen i Mexico stammer fra den kæmpe-meteor der for 65 millioner år siden ramte jorden, hvor tsunamier, ildstorme, giftig atmosfære og formørkelser gav dødsstødet til dinosaurne og mange andre dyrearter.

Men den slags hændelser skal tælles i geologisk tid, altså i år-millioner. En meteorit har endnu aldrig i historisk tid slået et menneske ihjel. De kendte små 200 meteor-kratere på jordoverfladen er fra forhistorisk tid.

1. Hvad skete der, da de ofte smukke og fascinerende meteor-kratere i sin tid blev skabt?
2. og hvad kan menneskene gøre for at forhindre de største vildfarende meteor-klipper fra asteroide-bæltet mellem Mars og Jupiter i at ramme jorden?

.....

Et af de mest velbevarede meteorit-kratere er **"Meteor-Crater"** i Arizona, USA, nær Canyon Diablo. Krateret blev dannet for 50.000 år siden af en 50 meter stor, og 300.000 ton tung meteoride af jern og nikkel, der kom med en fart af 12-13 km/s og en energi som Tunguska-eksplosionen.

Meteoriten dannede et krater på 1.200 meter i diameter, 170 meter dybt og har ikke været udsat for større nedbrydning på grund af ørkenklimaet. Jernstumper (meteoritter) fra området havde været kendt længe. Indianerne samlede og anvendte jernet. Krateret blev af geologer længe anset for at være af vulkansk oprindelse, men ingeniøren Barringer var overbevist om, at der måtte findes en kæmpe jern-meteorit under bunden man kunne udvinde, og han brugte i første del af 1900-tallet mange år og midler på at undersøge undergrunden i krateret, men forgæves.

Da jernmeteoriten ramte jorden og skabte krateret, fordampede den. De mange meteoritter



rundt om krateret findes i mange størrelser (måske stammende fra at meteoriten gik i stykker i en vis højde) – men også mange små metalkugler fra det fordampede og senere fortættede jern.

For at få et indtryk af krateret kan man med Google-Earth's "street-view" gå rundt i bunden eller op til og på toppen ligesom man kan i byers gader og f.eks. se sit eget hus.

.....

I Syd-Tyskland mellem Stuttgart og Nürnberg er der 2 kratere, begge dannet for 15 mill. år siden. De er interessante og lette at besøge og viser typiske eksempler på kraterdannelse. Jytte og undertegnede besøgte dem i 2005. (Og bagefter der er kun 50 km til Solnhofens fossiler 😊).

"Steinheim Basin" er 3,5 km i diameter, omgivet af rester af en tydelig kraterrand. I midten er der en såkaldt "central uplift", en høj skubbet op under dannelsen af krateret. Her finder man fine eksempler på strålekegler, **"shatter-cones"**, frembragt af nedslagets trykbølger i undergrundens kalk. Jordoverflade og undergrund der er omdannet, smeltet, knust, etc. ved et meteor-nedslag kaldes under et for **impaktit**.



Krateret blev senere vandfyldt, og de mange fossiler af f.eks. snegle er berømte, fordi Palæontologen Franz Hilgendorf allerede i 1862 ved hjælp af sneglehuse af arten *Gyraulus* fra forskellige sedimentlag kunne påvise en ændring over tid, og dermed bekræfte Darwins evolutionsteori.

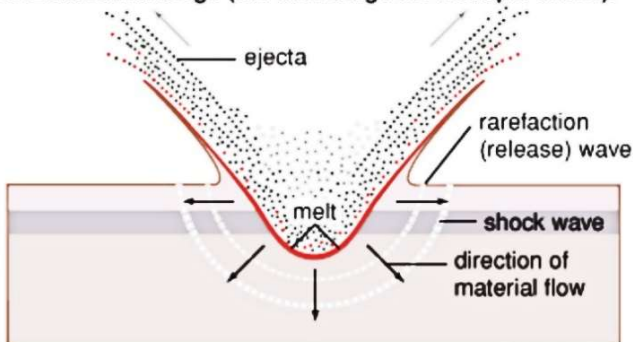
Kraterranden består af forskubbete, væltede kalksten, ofte smadret og sammenkittet i "Trümmersteine" - ses tydeligt mange steder, f.eks. ved den sydlige adgang til krateret, Burgstall.

"Ries-Basinet" med den smukke middelalderby Nördlingen i midten har en diameter på 25 km, og rester af krater-randen er op til 150 m. Også her fastholdt geologer længe at der var tale om vulkanisme, men fundet i impaktit af mikroskopiske diamanter og ikke mindst **"Shocked quartz grains"** (forskubbelses i kvartsens krystalstruktur) der er det ene ultimative bevis på himmelsk indgriben. Det andet er shatter-cones. Herunder en oversigt over faserne i et stort kraters som Ries-bækkenets dannelse.

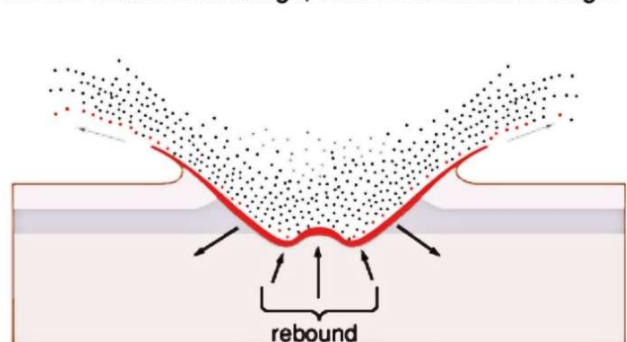
- **A.** Meteoren rammer med en enorm kraft, presser undergrunden sammen og ud til siderne, så knust og/eller smeltet materiale kastes udad som et plask i en vandpyt. Shockbølger deformerer det omgivende område. Nedfaldende materiale danner en kraterrand. Himmelleget knuses og smelter (eller fordampes). Det hele forløber på sekunder. – Hvis meteoren er meget stor fortsætter processerne.
- **B.-C.-D.** Den sammenpressede undergrund udvider sig igen og presser opad (rebound). De modsat-rettede enorme kræfter får meteoren til at fordampe helt – stadig indenfor sekunder. Der dannes nu en "central uplift", en hækning i midten af krateret. Mere materiale kastes op på den anden side af den voksende krater-rand (så jordlagene så at sige vendes på hovedet). Krater-randen bryder sammen, ofte i terrasser. Nedfaldende materiale fylder op på kraterbunden, oftest med smeltet, knust og størknet klippe.

Formation of a complex impact crater

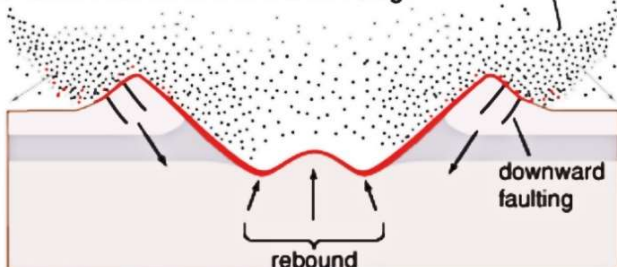
A. Excavation stage (the sole stage for a simple crater).



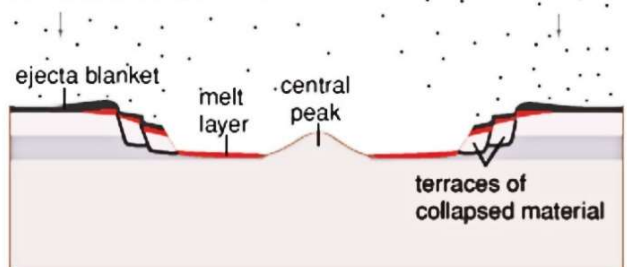
B. End of excavation stage; start of modification stage.



C. Continuation of modification stage.



D. Final structure.



De mange forskellige former for påvirket jord kaldes under et for **impaktit** og kan være eller indholde: Knuste sten, størknede smelter, impakt-glas, smelter med små luftbobler, forvredne sten, brankede sten, revnede fossiler og sten, shattercones, o.s.v. – alt efter hvor de er dannet eller landet i løbet af de første minutter eller timer. Og da krateret tager måneder eller år om at køle af kan der ske flere ændringer.



Her ved siden ses en blok **Suevit**: betegnelsen for en impaktit bestående af en blanding af smeltet og ikke-smeltet materiale af den stedlige undergrund og er opkaldt efter Schwaben, det distrikt i Bayern hvor Ries-bækkenet ligger.

Denne smadrede og svedne kalksten er i Nördlingen brugt som bygningsmateriale til bl.a. byens smukke middelalderkirke, der er under stadig reparation fordi bilos nedbryder kalken i stenene. Resterne af krateret består ofte også af suevit, og i nogle huler i toppen af krater-væggen har der boet stenalderfolk. Og for foden af dette sted er der et romersk bygningsfundament også af suevit.

Herunder ses endnu et stykke suevit fra krateret, et stykke **Flädle** (glasbombe) fundet syd for krateret, et stykke **Impakt-glas** og en stakkels **shock-skadet belemnit** (en art vættelys).



Undertegnede har også fundet impaktitter ved bredden af **Mien-søen** nord for Karlshamn i Sverige. Søen ligger i et af Sveriges 7 meteor-kratere, og isen har hævlet det ned fra ca 9 km til 5-6 km diameter.



- **E. Tektitter.** Smeltet materiale kan godt kastes langt væk fra krateret. Undertiden som kraterglas (f.eks. Flädle). Men i sjældne tilfælde som fra Ries-krateret landede dette glas efter en lang flyvetur op i stratosfæren i et stort område omkring floden Moldau 400 km borte som små grønne klumper (ofte aerodynamisk formede) der efter ophold i mere eller mindre sur jord i 15 mill. år fik ætset smukke mønstre i overfladen. Disse **Moldavitter** er grønlig og gennemsigtige og skattede smykkesten. De få indesluttede luftbobler har et tryk svarende til en højde på 40-80 km over jorden.

For 700.000 år siden faldt en kæmpeteorit sandsynligvis et sted i Tonkin-bugten mellem Vietnam og Kina og sendte et kæmpe-sprøjt af smeltet materiale op i atmosfæren, og de størknede tektitter faldt ned i et strøfelt der omfatter 10% af jordens og havbundens overflade. Da man finder dem i store mængder i Vietnam, Thailand, Kina, Java, Phillipinerne, Australien m.m. kaldes de **Indochinitter** og **Australitter** eller tektitter fra det **Austral-Asiatiske Strøfelt**.

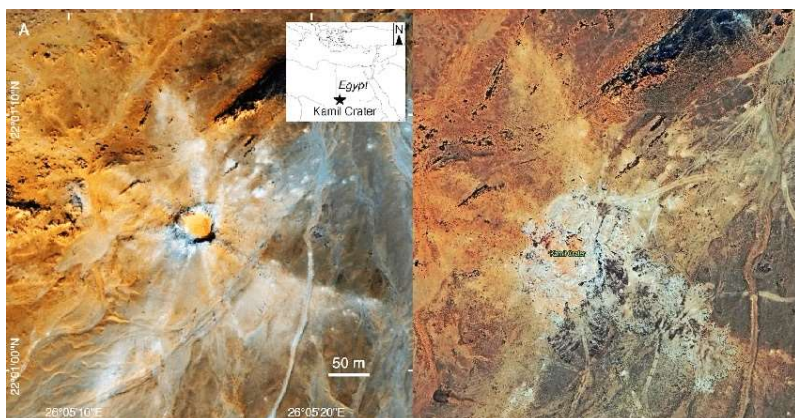


.....

En lille perle af et velbevaret krater blev "genfundet" i 2009 ved nøje granskning af Nord-Afrikas ørkener på Google-Earth.

Gebel-Kamil krateret blev skabt i Sahara i Syd-Egypten af en 1,3 m jernmeteorit for 5.000 år siden. Det ser ud til, at den indfaldene meteor er sprængt i flere stykker, der igen er sprængt under nedslaget. I ørkenens sandsten skabtes et 18 m dybt krater og materiale blev kastet i flere retninger (billedet). En del af fundstykkerne grupperer sig i kredse på 1½ m i diameter. Der er fundet tusinder sprængstykker (over 1.6 tons) i og omkring det 43 m brede krater. Jeg købte mit 35

grams ørken-brune schrapnel (sprængstykke) i 2012 og senere en lille skive i 2017 der viser hvor vredet det indre er. Men på det seneste har internet-markedet bugnet med Gebel-Kamil.



Baggrunden fremgår med al tydelighed af de 2 udsnit fra Google-Earth. Før og nu. Gebel Kamil-krateret blev et mål for meteorit-jægere, der brugte tunge maskiner. Det har forårsaget uoprettelig skade og jævnet et sted med jorden, der havde overlevet årtusinder. Grådheden efter meteoritter har udslettet et af verdens fineste eksempler på et velbevaret meteorit-krater.

Kan vi beskytte os mod vildfarne rumsten ?

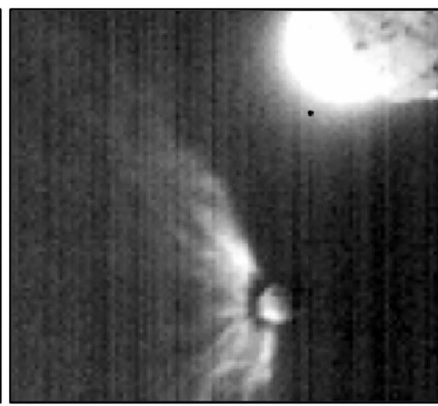
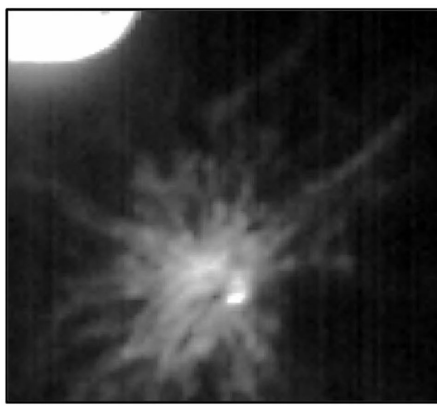
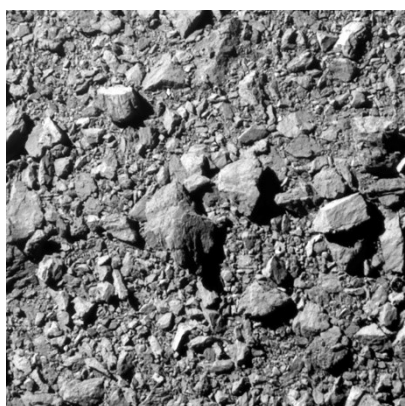
En ungarsk astronom opdagede 20. januar 2024 kl. 21:48 at den lille asteroide 2024BX ville ramme jorden. Beskeden gik videre og kombineret med vindmålinger beregnedes nedfaldet ved midnat til at ske 0:33 nær landsbyen **Ribbeck** 60 km fra Berlin. En kraftig ildkugle bekræftede dette.

5 dage efter blev de første **Ribbeck-meteoritter** fundet. Den lille meteoride havde været 40 cm med anslået vægt på 140 kg. Der blev fundet ca. 1 kg meteoritter af den sjældne slags kaldet "Aubrit", der stammer fra asteroiden "Eger". Min tyske meteorit-handler, Ingo, fandt som en af de første en på 52,56 gram. Prisen på Ribbeck-meteoritter ligger lige nu på adskillige tusind kr pr gram på eBay. Selv har jeg nu et mikrofragment til 200 kr.

Det første meteornedslag der var forudsagt skete i Sudan 2008 med en varsel på 19 timer. Omtalte Ribbeck-meteorit landede med et varsel på kun 2,6 timer. De små og nærmest "uskadelige" meteorider er på himlen så lyssvage at de er næsten umulige at finde tidlige.

Natten lang holder teleskoper (kloden over og i rummet) øje med og katalogiserer asteroider, kometer og løsgående meteorider; især med dem der kunne have retning mod jorden – om få eller mange år. Et kæmpe projekt – som også har formålet at forhindre et sammenstød med et NEO (Near Earth Object).

Diomorphos er en 180 m mini-måne til asteroiden Didymos. Man ville se om man kunne ændre "dobbelt-asteroidens" bane ved at banke et rumsonde DART (Double Asteroid Redirection Test) ind i Diomorphos. Det lykkedes at ændre dennes omløbstid omkring Didymos med 33 minutter ved at slå tusind tons klippestykker ud i rummet. Det vil sige at man en anden gang kunne ændre kursen af et objekt af denne størrelse med retning mod jorden. (Eller af et stort objekt der kunne ramme i 2046). Billederne herunder er Diomorphos overflade filmet 2 sekunder før rumsonden ramte, og sammenstødet set på afstand fra den "parkerede" moder-rumsonde.



100 tons rammer vor klode i døgnet! (Videnskab.dk skriver 50.000 tons om året). Men det betyder ikke noget for kloden som helhed, for den taber alligevel 100.000 tons atmosfære om året på grund af solvinden. Og kloden vejer 6.000.000 billioner tons (et 6-tal med 21 nuller).

Det der betyder noget er fordelingen af vægten. Efterhånden som isen ved polerne smelter og vandet samler sig om Moder Jord's mave, ækvator, så roterer hun langsommere og man kan måle effekten: et år er allerede nu blevet nogle få millisekunder længere. For 400 millioner år siden var et døgn 22 timer. Hvis du venter længe nok bliver døgnet måske blevet 25 timer – måske om endnu 400 mill. år. Og man har også konstateret at mænd roterer langsommere når deres ækvator vokser. 😊

Husk: Chancen for at komme til skade i trafikken eller at menneskene ødelægger jorden for sig selv er stadig uendeligt meget større end at blive ramt af en rum-katastrofe.

.....

Du kan finde artikler om bl.a. danske meteoritter i "Stenhuggeren" gennem klubbens hjemmeside www.jyskstenklub.dk i numrene April 2013, Marts 2016, September 2018, December 2018 og April 2021.

Besøg Arne Dich's meteorit- og impaktit-samling med massevis af billeder og tekst fra linket på www.dichmusik.dk

A.D.