

BIRGER SCHMITZ

**DINOSAURIERNAS
DÖD,
METEORITERNA
OCH LIVETS VÄG**

fri tanke

Innehåll

1. Världshemligheten	9
2. Hur vet vi när och hur dinosaurierna dog ut?	21
3. Den geologiska tiden – när vi inte fanns.....	51
4. Iridium, Shivas dans och Berkeley.....	79
5. Dinosauriernas 160 miljoner år	95
6. Dinosaurierna som överlevde	121
7. Himlakroppen som skapade en ny värld.....	139
8. Koldioxiden och primaterna	167
9. Massutdöenden de senaste 540 miljoner åren.....	187
10. Kinnekulles meteoriter och den största rymdkollisionen	211
11. Astrogeobiologiska laboriet	231
12. Vad vore livet utan katastrofer?.....	249
13. Livets väg – konvergent evolution.....	265
 Epilog: Brevet från Hiroshima	285
Appendix: Om fakta och hypoteser.....	289
Tackord	291

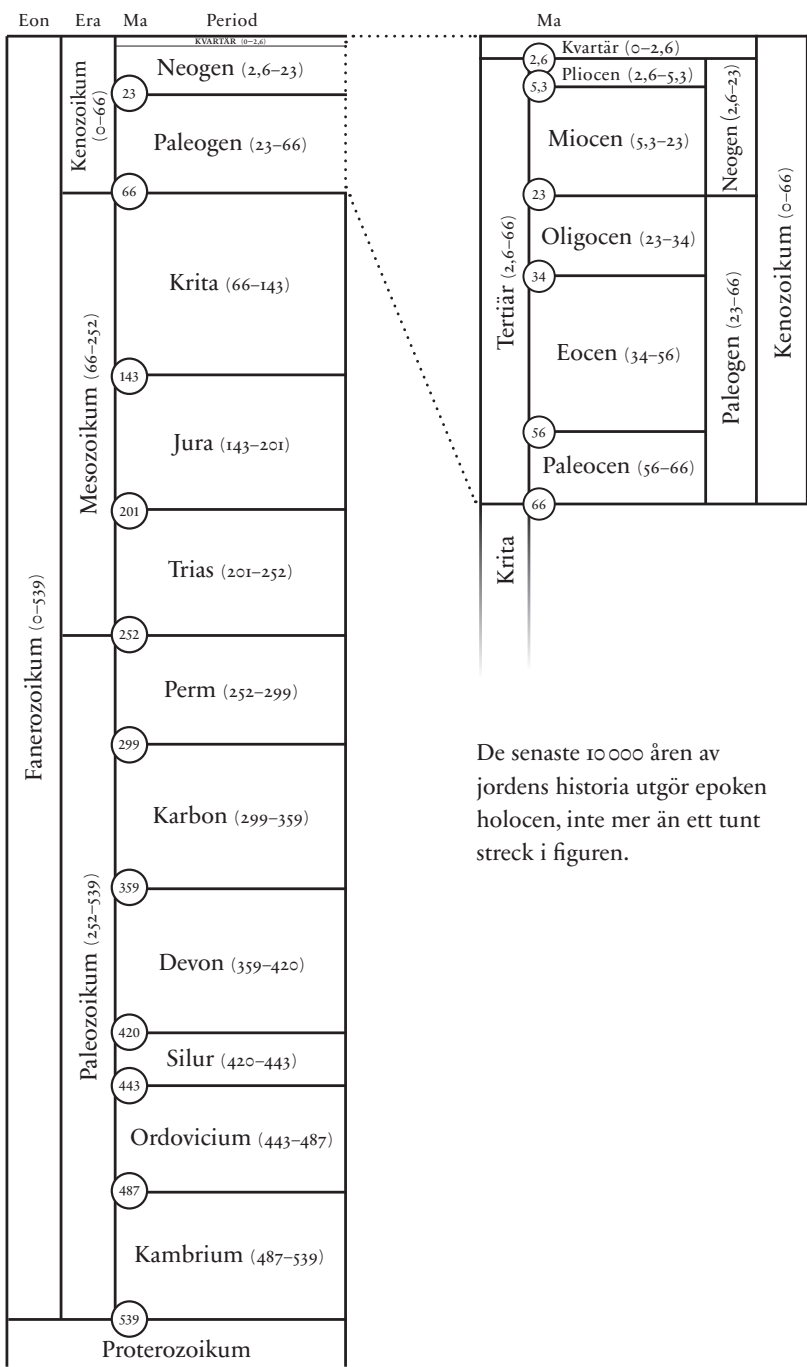
The mystery of the beginning of all things is insoluble by us;
and I for one must be content to remain an agnostic.

Charles Darwin, 1876

Engång skall du vara en av dem som levat för längesen.
Jorden skall minnas dig så som den minns gräset och
skogarna,
det multnade lövet.
Så som myllan minns
och så som bergen minns vindarna.
Din frid skall vara oändlig så som havet.

Pär Lagerkvist, ur *Aftonland*, 1953

TIDSLINJE



De senaste 10 000 åren av jordens historia utgör epoken holocen, inte mer än ett tunt streck i figuren.

Världshemligheten

I GRYNINGEN DEN 6 AUGUSTI 1945 flög tre amerikanska bombplan in mot södra Japan. Målet var att släppa atombomben »Little Boy« över Hiroshima. I ett av planen satt den då trettiofyraårige fysikern Luis Alvarez som frivilligt hade anmält sig till uppdraget att dokumentera och mäta hur mycket energi som frigjordes. Det tog bomben fyrtiofem sekunder att rasa ner mot staden. På marken dog omkring 100 000 människor, de flesta brändes levande, många omvandlades inom sekunder till aska, gas och atomer. Värst var det för dem som nätt och jämnt överlevde. Från sitt plan såg Luis ett gigantiskt svampmoln som steg till mer än tjugo kilometers höjd. Världen hade förändrats. I ett brev skrivet i flygplanet till sin då fyraårige son Walter försvarade Luis sin handling: Efter detta skulle inga stora krig längre kunna föras på vår planet.

Walter växte upp och blev en framgångsrik professor i geologi vid Berkeleyuniversitetet. Luis fortsatte sin bana som experimentell fysiker, även han i Berkeley, och belönades 1968 med Nobelpriset i fysik. Det skulle bli Luis och hans son som kom att finna bevisen för att ett askmoln många miljarder gånger större än det vid Hiroshima, steg upp i atmosfären för 66 miljoner år sedan, när dinosaurierna dog ut. Genom studier av de geologiska avlagringarna hade Walter och Luis funnit spåren efter askmolnet från en tio kilometer stor himlakropp som slagit ner på jorden. Kroppen hade en hastighet på 80 000 kilometer i timmen och slog ner i ett grunt hav där Yucatánhalvön i Mexiko ligger idag. Djur, växter och själva berget förgasades. En krater, 200 kilometer i diameter, bildades. De enorma mängder aska som stöttes upp i atmosfären höljde jorden i mörker. En flera månader lång natt följde med isande kyla över hela planeten. De gröna växterna i hav och på land dog, näringskedjorna kollapsade och sjuttiofem procent av

jordens djurarter, inklusive alla dinosaurier, dog ut. Däremot klarade sig några av däggdjuren, däribland våra förmödrar, och kunde erövra jorden efter att under nästan 160 miljoner år levt i skuggan av dinosaurierna. Vägen till människans värld och vår civilisation låg öppen. Kanske fanns bilden av askmolnet från Hiroshima på Luis näthinna när han och Walter 1978 formulerade teorin om dinosauriernas död. Idag är i stort sett alla forskare överens om att dinosaurierna dog ut ungefär på det sätt som Luis och Walter Alvarez beskrev.

Jag lärde känna Luis efter att jag 1985, under min doktorandtid, publicerat ett kraftfullt ifrågasättande av hans teori om dinosauriernas död. I den ansedda tidskriften *Geochimica et Cosmochimica Acta* kritiserade jag den berömde Nobelpristagarens hypotes. Jag argumenterade att de data som presenterats till stöd för ett himlakroppsnedslag, lika väl kunde förklaras med en ovanlig typ av vulkanism. Till min stora lycka visade det sig att Luis, till skillnad från många forskare, inte till varje pris försökte bevisa att han hade rätt. I stället letade han konsekvent efter möjliga fel i sina hypoteser. Luis Alvarez blev nyfiken på mina argument och bjöd in mig att arbeta i hans forskargrupp i Berkeley. Efter två år som »felsökare« i Berkeley stod jag inför den tunga insikten att det var jag som haft mest fel, inte Luis. Jag hade haft rätt kring tolkningen av några av gåtans mindre pusselbitar, men Luis hade fått rätt när det gällde pusslets stora bild. Det var ett misslyckande, en katastrof i början på karriären, men trots allt min språngbräda in i en helt ny typ av forskning som försöker knyta ihop livets och kosmos historia.

Min uppgift i Luis grupp blev att försöka utröna om också andra massutdöenden av arter hade orsakats av kolliderande himlakroppar. Mitt främsta fokus var på en superväxthuskatastrof som inträffade för 56 miljoner år sedan, då uråldriga former av däggdjur dog ut och ersattes av mer nutida former. Däribland den grupp vi tillhör, primaterna, som också inkluderar alla arter av apor. Superväxthuskatastrofen, vid gränsen mellan epokerna paleocen och eocen tio miljoner år efter dinosauriernas död, var en helt annan typ av katastrof, där ofantliga mängder koldioxid hade vället ut i atmosfären, kanske från en naturlig oljereservoar som fattat eld. Under drygt hundratusen år var det var-

mare än någonsin på jorden. Grundläggande förändringar i jordens fauna följde. De värmeälskande primaterna utvecklades och gynnades av växthuseffekten. De spreds över stora delar av den ovanligt varma jorden. Katastrofen som undanröjde dinosaurierna var en lyckträff för däggdjuren, medan växthuskatastrofen för 56 miljoner år sedan blev en lyckträff för primaterna. Två gånger vann våra förmödrar högsta vinsten i livets lotteri. Först en köldkatastrof och därefter en värmekatastrof stakade ut vägen mot *sapiens* civilisation. Paradoxalt nog hotas denna civilisation nu av såväl en annalkande växthuskatastrof som en möjlig köldkatastrof. Men det är inga himlakroppar som är skyldiga denna gång, utan vi själva. Våra utsläpp av koldioxid värmer jorden i samma tempo som skedde naturligt vid växthuskatastrofen för 56 miljoner år sedan. Ett globalt kärnvapenkrig kan komma att kasta upp så mycket stoft i atmosfären att jorden kyls ner likt när dinosaurierna dog ut. Vår forskning om jordens förhistoria kan hjälpa oss förstå vad som skulle kunna hända i framtiden.

Inspirerad av min tid i USA återvände jag till Sverige i början på 1990-talet för att försöka utveckla den forskning som Luis och Walter banat väg för. Den hittills viktigaste upptäckten gjorde jag med hjälp av tre stenhuggarbröder; Göran, Stig och Sören Thor, samt en amatörgeolog, Mario Tassinari. I den geologiska lagerföljden på Kinnekulle i Västergötland fann vi spåren av den största rymdkollisionen i vårt solsystem de senaste 1 000 miljoner åren. I asteroidbältet mellan Mars och Jupiter slogs en 150 kilometer stor kropp sönder i en våldsam kollision för 466 miljoner år sedan. Små meteoriter, kilometerstora kroppar och enorma mängder damm spreds i det inre solsystemet. Det var så mycket damm kring jorden att ringar kan ha bildats likt kring Saturnus. Det främsta beviset för rymdkollisionen är de världsunika fossila meteoriterna funna i stenbrottet där familjen Thor under fem generationer brutit stenplattor. Sedan början på 1990-talet har vi samlat in drygt 140 meteoriter som strax efter rymdkollisionen landade i det hav som under perioden ordovicium täckte stora delar av Skandinavien. Meteoriterna bäddades in i havets bottenslam som med tiden hårdnade till kalkstenen som idag bryts. De unika meteoriterna finns numera på Chicago Field Museum, ett av världens främsta

naturhistoriska museer. Där finns de tillsammans med mäktiga Sue, det mest kompletta kända fossilet av en *Tyrannosaurus rex*, eller *T.rex* som arten oftast benämns.

Vid Lunds universitet etablerade vi med hjälp av en ovanligt vidsynt och handlingskraftig rektor världens enda laboratorium byggt enkom för att studera rymdens historia från jordens sediment. Från sediment som bildats på havsbottnar för hundratals miljoner år sedan har vi extraherat sällsynta mineralkorn från forntida meteoritfall. Vi har löst upp tonvis med sten i tiotusentals liter saltsyra för att hitta de mikroskopiska kornen. Man kan säga att vi letat efter nålar i höstacken, men bränt stacken för att synliggöra nålarna. Med vår metod har vi kunnat rekonstruera vad som hände i rymden medan livet på jorden utvecklades. Vi utövar astronomi genom att titta ner i stället för upp. År 2023 belönades forskningen med pris och medalj sponsrad av Barringerfamiljen, ägarna till jordens bäst bevarade nedslagskrater, Meteor Crater i Arizona. Kort därpå bjöds jag in att fortsätta med min forskning i Kina. Jag började förstå att min katastrof i början av karriären faktiskt varit något bra för mig. Vi *sapiens* finns här idag tack vare katastrofen som utplånade dinosaurierna. Kan det vara så att vi tänker fel? Att katastrofer i själva verket kan vara något bra?

Vi geologer läser livets historia i lagren av uråldriga sediment. På havens botten genom alla tider har det avsatts sediment som innehåller spår av djuren och växterna som en gång levde där. Lager på lager avsätts år efter år. Det blir som nya sidor i en bok. Vill man följa händelseutvecklingen på jorden får man läsa sedimentpacken nerifrån och upp. Havsbottenarnas sedimentpackar har ibland pressats upp av vulkaniska krafter och bildar idag berg. Jag har många gånger klättrat upp för sådana kilometerhöga berg, där varje kliv uppåt fört mig tusen år framåt i tiden. Fossilerna av forntida djur som sticker ut ur berget längs vandringsstigen representerar successivt yngre tidsåldrar ju högre upp på berget man kommer. Det tog tid innan jag verkligen förstod att de enorma packarna av sedimentlager representerar nästan oändliga tidsrymder när vi inte fanns på denna planet. Forskarna använder alltmer sofistikerade metoder för att rekonstruera forntiden utifrån sedimenten. Det är en av människans största bedrifter att

vi genom ett enträget detektivarbete i stora drag rekonstruerat vår förhistoria på jorden. Det fanns inga historiker som kunnat berätta för oss hur det var.

Astronomerna har listat ut att Big Bang inträffade för 13 700 miljoner år sedan, då det för oss synliga universumet bildades. De flesta av stjärnorna i vår galax hade bildats redan för runt 10 000 miljoner år sedan. Vårt solsystem och jorden uppstod sent i universums historia, för 4560 miljoner år sedan. Livet utvecklades till en början mycket långsamt. Under hisnande 3 000 miljoner år fanns det bara encelliga organismer på vår planet trots att förutsättningarna för liv var goda. De första organismerna var bakterier, senare uppstod encelliga alger och amöbor. Först för 600 miljoner år sedan blev enkla flercelliga djur vanliga, som maneter och maskar. Utvecklingen mot alltmer komplexa organismer gick sedan ständigt snabbare. För 360 miljoner år sedan klev våra anmödrar bland fiskar med lungor upp ur havet och inledde ryggradsdjurens erövring av kontinenterna. Först kom salamanderliknande djur, sedan reptilerna, därefter däggdjuren för 225 miljoner år sedan, och sist fåglarna för 130 miljoner år sedan. För 20 miljoner år sedan tillkom de första stora aporna. För drygt 200 000 år sedan hände det allra mest märkliga som hänt på vår planet. Då hade det utvecklats en livsform, *sapiens*, som nyfiket försökte förstå sin historia och plats i världen. Med tiden började dessa varelser använda empiriska metoder för att söka sådan kunskap. De senaste tusen åren har sökandet ständigt accelererat i intensitet. Universum har utvecklat ett medvetande som utforskar sig självt.

Människans utforskning av universum går många tiotusentals år tillbaka i tiden, men vi har inga skriftliga vittnesmål om de första vetenskapliga genierna och deras insikter. Bland 16 500 år gamla grottmålningar i Lascauxgrottan i Frankrike finns en möjlig återgivning av de sex synliga, tätt sittande stjärnorna i Pleiadernas stjärnbild. Detta skulle i så fall vara människans allra äldsta dokumenterade astronomiska observation. Ett stöd för tolkningen är att Pleiadernas stjärnhop spelat en viktig roll i många sentida naturfolks föreställningsvärld. För 4 700 år sedan hade såväl de faraoniska egyptierna som samtida pyramidbyggare i Peru helt oberoende av varandra lärt sig förstå solens och

stjärnors rörelser över himlen. De orienterade med hög precision sina tempel och gravmonument därefter. I början på 1600-talet listade den tyske astronomen och matematikern Johannes Kepler ut, med hjälp av adelsmannen Tycho Brahes observationer från ön Ven i Öresund, hur planeterna rör sig kring solen. Kepler var hela sitt liv närmast besatt av att förstå hur vårt universum är uppbyggt. Likt de flesta samtida européer var han djupt troende kristen. Genom minutiösa studier av alltifrån snöflingors form och planeternas banor försökte han förstå »världshemligheten«, det vill säga guden Guds plan för sin skapelse. Kepler använde naturen för att läsa av hur guden hade tänkt.

Våra biologiska kunskaper går säkert ännu längre tillbaka i tiden. Urfolksstammar i Amazonas djungler som tills nyligen levt likt under stenåldern har kunnat namnge tusentalet växter och djur. Från grottmålningar inser vi att paleolitiska jägar- och samlarsamhällen kände väl till de vilda djurens livscyklar och beteenden. Som samlare besatt de en rik kunskap om växtvärldens nötter, frukter, rötter, plantor och svampar. Vi känner till namnen på genier, likt Charles Darwin och Albert Einstein, och många andra som gjort banbrytande upptäckter och förändrat synen på vår värld. Men vad hette det geni som en gång, bland naturens miljoner växter, upptäckte gurkan? Eller potatisen och kantarellen?

Kunskapen om vår värld utvecklas stegvis. Tack vare språket kan varje generations nyvunna insikter föras vidare genom sekler. I processen skalar vi också bort felaktiga föreställningar. Exempelvis, astrologi och alkemi var stora ämnen förr, men inte längre. På så vis har relevant kunskap förts vidare från bland annat de äldsta egyptiska rikena, först via grekerna och sedan via Mellanöstern till Västeuropa där kunskapssökandet med början under 1200-talet fann en renässans som dramatiskt förändrat livets villkor på jorden. Annan kunskap nådde västvärlden från Kina, Indien och Amerika. Dagens planet med drygt 600 miljonstäder, mer än 1,4 miljarder bilar, 50 000 flygplan och allt därtill, har vuxit direkt ur den nya naturvetenskapliga kunskapen om vår värld. Genom människans expansion pågår just nu utdöenden av arter i ett mycket högt tempo. Detta kan leda till ett nytt massutdöende av arter av samma omfattning som när himlakroppen slog

ner för 66 miljoner år sedan. Det skulle i så fall bli det sjätte stora massutdöendet i jordens historia.

Men vår naturvetenskapliga kunskapsrevolution är långt ifrån över. Vi kanske ännu är i dess början. Luis och Walter Alvarez upptäckt är bara ett av de senaste stora sprången i vår förståelse av kosmos. Under 1300-talet tolkades de geologiska avlagringarna och deras fossil av djur och växter som bevis på Bibelns syndaflod. Genom seklerna växte långsamt vår moderna bild av de geologiska avlagringarna fram. Först för ungefär 200 år sedan började syndaflodsförklaringen rämna. Forskare i England konstaterade då att inga skelett efter människor påträffades i sedimenten man studerade. Detta stämde dåligt med Bibelns skildring. Dessutom visade noggranna studier att sedimenten hade avsatts av vattenströmmar som kom från norr, inte från Mellanöstern, där Bibelns syndaflod tänktes ha sitt ursprung. Idag vet vi att avlagringarna som forskarna studerade bildades när den sista stora inlandsisen drog sig tillbaka från England för omkring 15 000 år sedan.

Varje år publiceras runt tre miljoner vetenskapliga artiklar. Det blir en artikel var tionde sekund. Inget ämne är för litet. Någon har visat hur jordens minsta skalbaggar, fjädervingarna, några tiondels millimeter stora, åstadkommer parningslåten med ett slags »musikinstrument« på vingarna. Andra forskare har funnit bevis för ännu en ny planet kring någon avlägsen stjärna, eller fossil av ytterligare en tidigare okänd utdöd djurart. Parallellt har vår världsbild under de senaste århundradena utvecklats från en tro på att människan är resultatet av en gudomlig plan, till att vår existens saknar någon övergripande mening eller på det hela taget mest beror på slump. Men hur mycket mer vetenskapligt förankrad är egentligen vår slumpförklaring? Kanske vårt fokus på detaljerna gör att vi missar något väsentligt i förståelsen av helheten? Miljontals forskare träffas varje år på tusentals konferenser som handlar om alltifrån hur bilmotorer eller våra njurar fungerar, hur materian är uppbyggd, eller vad som pågick i de gamla egyptiska rikena. Varje forskare representerar ett av många miljoner facettögon, vart och ett fokuserat på en mikroskopiskt liten detalj i helheten. Alla lägger en liten tegelsten men det är svårt att se

vad vi bygger. Var hålls den stora, seriösa konferensen som handlar om helheten? En konferens om bilden som alla de olika facettögonen tillsammans generar? Genom Walter Alvarez blev jag introducerad i den nya Big History-rörelsen där all vår kunskap om världen vävs samman i en enda berättelse. Det här sättet att se på världen tror jag har framtiden för sig.

En sak vet vi i alla fall numera tack vare Luis och Walter Alvarez upptäckt: Dinosaurierna dog ut för att en stor himlakropp slog ner för 66 miljoner år sedan där Yucatánhalvön i Mexiko nu ligger. Dinosaurierna och däggdjuren hade uppstått på jorden ungefär samtidigt, under perioden trias. Men under hela den långa tid fram tills himlakroppen slog ner, drygt 160 miljoner år, härskade dinosaurierna. De flesta däggdjur under denna långa tid var små som möss. Endast undantagsvis blev de större än en råtta, och aldrig större än en grävling. Däggdjuren var undanträngda till de sämsta levnadsmiljöerna. Kanske gjorde detta dem mer hårdade, och därför överlevde de nedslaget på Yucatánhalvön. En mängd nya däggdjursarter uppstod kort efter nedslaget och fyllde ekologiska nischer som stod tomma efter olika dinosauriearter. Däggdjurens era i livets historia tog vid och pågår fortfarande. Vi är drygt åtta miljarder människor på jorden idag och inte en enda dinosaurie syns till. Eller? Jag återkommer till frågan.

Är däggdjurens, och i förlängningen människans, framgång då verkligen resultatet av en slump, en vilsen himlakropp som råkar kollidera med jorden? Kan vi lära oss något nytt om hur universum fungerar från händelsen för 66 miljoner år sedan? I själva verket för denna fråga oss till de riktigt stora frågorna: Är naturlagarna så perfekt koordinerade att civilisationer oundvikligen tenderar att uppstå? Skulle en civilisation som påminde om den som *sapiens* skapat ha uppstått oavsett, men kanske med hundratals miljoner års fördröjning? Hade någon annan djurgrupp än aporna kunnat utveckla allt större hjärnor och bygga en civilisation?

I filmen *Jurassic Park* möter vi intelligenta, skräckinjagande och två meter höga »velociraptorer« som tagit sig in i ett restaurangkök där barnen Tim och Lex hägrar som föda. Velociraptorerna jagar tillsammans och kommunikation sker med enkla läten mellan dem. Riktiga

velociraptorer var mindre, knappt en meter höga, men scenerna har trots allt en gnutta verklighetsförankring. Studier av fossil av velociraptorer tyder på att de tillhörde de mer intelligenta dinosaurierna och levde i små flockar. I vår tid lever många av de mest intelligenta djuren som schimpanser och delfiner i flock. Social interaktion ställer höga krav på intelligens. Skulle till exempel velociraptorer kunnat utvecklas till andra arter med allt högre intelligens, om inte himlakroppen slagit ner? På samma vis som skedde bland aporna med början för runt 20 miljoner år sedan? I jordens historia har det skett en successiv utveckling mot mer och mer intelligenta varelser. Ju längre bak i tiden, desto lägre intelligens hos de mest komplexa organismerna. För 500 miljoner år sedan utgjordes planetens intelligencia av trilobiter och de allra första fiskliknande djuren. De senare var pyttesmå, drygt två centimeter långa, men bar embryot till det som blev vår ryggrad och hjärna.

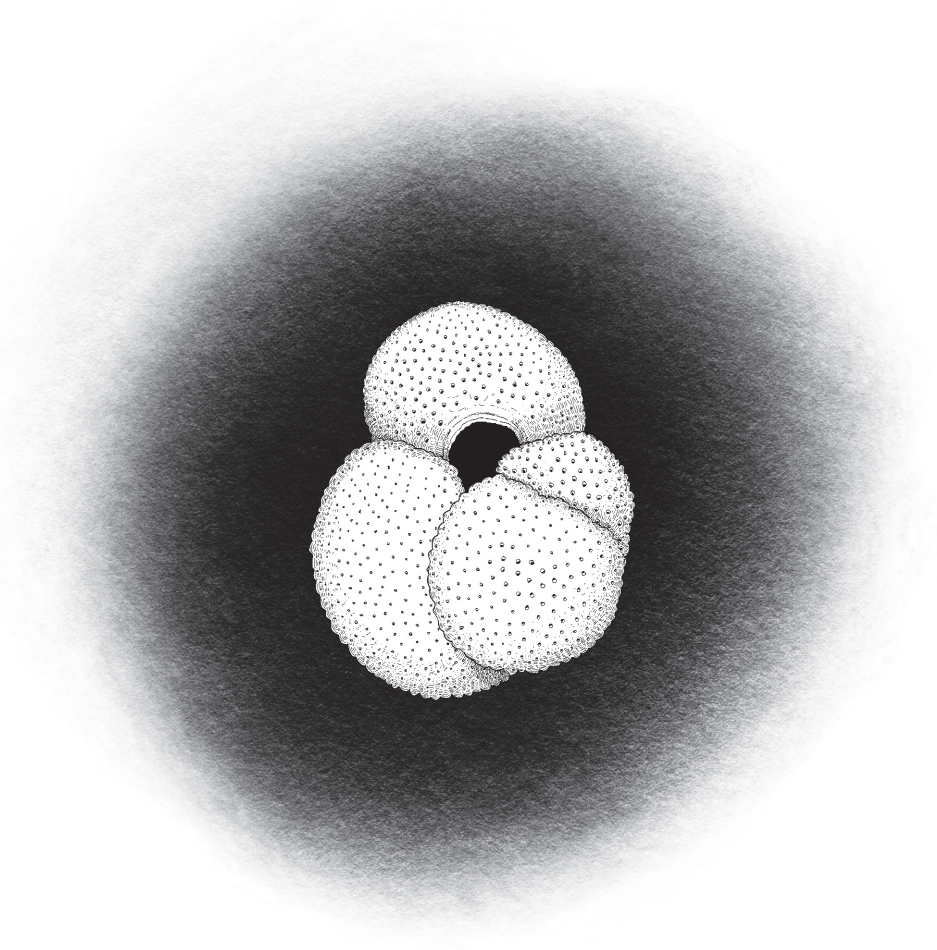
Frågan om intelligensens utvecklingshistoria är aningen tabubelagd och diskuteras inte så gärna. Men det finns en märklig motsägelse mellan olika ämnesdiscipliner. Många biologer menar att evolutionen inte har någon övergripande riktning eller mål. Slumpmässiga faktorer avgör vilka egenskaper som det naturliga urvalet gynnar. Astronomer däremot är så övertygade om förekomsten av myriader av civilisationer i rymden att de bygger kostsamma anläggningar för att få kontakt via radiosignaler. Men om astronomerna har rätt, har inte biologerna i så fall fel? Är inte då uppkomsten av intelligenta civilisationer i kosmos något som har en rimlig sannolikhet att ske? Något förutbestämt i kosmos tillblivelse? De senaste decennierna har forskningen om planeter kring stjärnor i andra solsystem än vårt eget utvecklats med en hisnande fart. Sedan bara några år vet vi att kring mer än var tionde stjärna cirklar en stenplanet i en bana i det vi kallar den beboeliga zonen, det vill säga där temperaturen är sådan att liv kan frodas. Jag är övertygad om att upptäckter väntar på oss som kommer att förändra vår världsbild lika radikalt som Copernikus och Darwins upptäckter en gång gjorde.

Tanken med den här boken är att berätta om ett äventyr där jag fått vara med på ett litet hörn – forskningen om livets historia och vår roll

i kosmos. Jag försöker förmedla hur vår världsbild stegvis förändras genom otaliga individers strävanden inom grundforskning. Jag berättar vad vi idag vet om dinosauriernas död och andra massutdöenden, och hur forskningen om de fossila meteoriterna på Kinnekulle varit nära länkat till upptäckten om dinosauriernas död. Bokens avslutande del behandlar frågan om livet på jorden skulle ha hittat fram till något slags civilisation, även utan den dinosauriedödande himlakroppen. Tanken är att vi från jordlivets historia också kan lära oss något om hur livet kan ha utvecklats på många andra planeter i universum.

Naturvetenskapen säger något om »hur« vi hamnade på ett hastigt roterande, gigantiskt stenklot på lagom avstånd från en av kosmos oändligt många stjärnor. Men på frågan »varför?« har vi inget svar. Vi forskare försöker fortfarande förstå världshemligheten, men använder inte längre ord som Skapelsen eller Gud. Vetenskapen är en metod, inte en sanning, och ger oss inte en fixerad världsbild, likt de som förkunnas av religioner. I stället genereras en dynamisk bild i ständig förändring. Forskning går i själva verket ut på att ifrågasätta den rådande bilden. Min text bygger på egna erfarenheter och tusentalet artiklar av andra forskare, men som inte alltid är överens. Det är min berättelse, den bild jag tror bäst representerar forskningsfronten idag.

När du läser, tänk på att »världens skapelse ägde inte rum i begynnelsen, den äger rum dagligen«, som Marcel Proust en gång insiktsfullt formulerade det. Det är vi som just nu är med och skapar världen så som den kommer att vara i framtiden. På samma vis som alla våra förmödrar och förfäder i många miljoner släktled bakåt var med och skapade vår värld som den är idag.



Hur vet vi när och hur dinosaurierna dog ut?

VET VI VERKLIGEN att dinosaurierna dog ut på grund av ett himla-kroppsnedslag? Eller är det bara en bland flera hypoteser? Under drygt fyrtio år har jag läst allt som skrivits i den vetenskapliga litteraturen på ämnet. På mer än 70 geologiska lokaler på fem kontinenter och i dussintalet borrhälsar från djuphaven har jag studerat sediment som bildades just när dinosaurierna dog ut. För mig är det ingen tvekan längre om hur det gick till. Tre bevis som bekräftar Alvarezgruppens hypotes har gjort särskilt intryck på mig: (i) den 200 kilometer stora Chicxulubkratern i Mexiko. (ii) Det unika asklagret, med höga halter av det sällsynta grundämnet iridium, som påträffas i marina avlagringar över hela världen exakt vid den nivå där majoriteten av havets djurarter som levde under kritaperioden dör ut. (iii) Samma iridiumrika asklager i flod- och sjöavlagringar i Nordamerika exakt vid nivån i lagerföljden där dinosaurierna dör ut.

Chicxulub och de sista sekunderna

För att sluta cirkeln i mitt dinosaurieäventyr tog jag mig i januari 2025 till Chicxulubkratern på Yucatánhalvön. Det lilla samhället Chicxulub Pueblo, mitt i kratern, är en plats som jag länge drömt om att få besöka. I hundratals föredrag och samtal om dinosauriernas död genom åren har jag berättat om kratern. Det var en märklig känsla att till sist komma hit, till »Djävulens mun«, vilket namnet Chicxulub sannolikt står för på mayaspråket. Språket har förändrats de senaste 500 åren, så det finns en osäkerhet om den ursprungliga betydelsen.