

Aranea

Arne Kiilerich

Der er væsentlig flere edderkopper omkring os, end de fleste bryder sig om at tænke på. Men op med humøret. For uden edderkopperne ville vi kvæles i irriterende insekter.

Zoologisk Museum i København byder i år (2012) på en særudstilling om edderkopper. På udstillingen bliver vi naturligvis ikke snydt for at få klar besked om, hvad/hvem edderkoppen nedstammer fra – en havskorpion. Havskorpioner kunne blive op til 2 meter lange – og større end mennesker. Deres storhedstid var for ca. 300 millioner år siden – ifølge de fleste kilder. Pudsigt nok levede der en silkespinnende edderkop samtidigt med denne sin noget forskelligartede forfader. Endnu mere pudsigt, denne edderkop lever den dag i dag. Det var den danske entomolog Jørgen Matthias Christian Schiødte der i 1849 gjorde opdagelsen af et 290 millioner år gammelt fossil af en *mesothela*. Der er navngivet knapt 90 arter af denne familie (*Mesothelae*), der betragtes som “levende fossiler”. Disse adskiller sig fra “moderne” edderkopper (*Araneomorphae*) og fugleedderkopper (*Mygalomorphae*) ved at have leddele på bagkroppen. Men selv de moderne edderkopper har en fossilhistorie, der strækker sig 200 millioner år tilbage i tiden. De ca. 37.000 navngivne “moderne” edder-

sagen kort



I insektgruppen *Aranea* (netspinnende edderkopper) findes der mestre i fremstilling og brug af silke. Hvis vi kunne lære at producere og anvende dette supermateriele industrielt, ville vi både kunne skåne miljøet og spare energi i forhold til plastfremstilling. Tiden vil vise, om dette er realistisk. I mellemtiden vil vi gerne prøve at forstå, hvordan edderkoppen (og flere insekter) har fundet frem til denne industrihemmelighed. Naturvidenskabens generelle opfattelse er, at selv de mest geniale opfindelser, naturen kan byde på, er blevet til ved en blind sortering af tilfældigheder. Måske er der her ikke tale om naturvidenskab alene, men om en blanding af naturvidenskab, ideologi og ønsketænkning. Men endnu har ingen påvist den evolutionære vej til hverken edderkop, silke eller spind. Det vil derfor være på sin plads med en lille smule respekt for dem, der ikke finder den dawinistiske forklaring overbevisende.

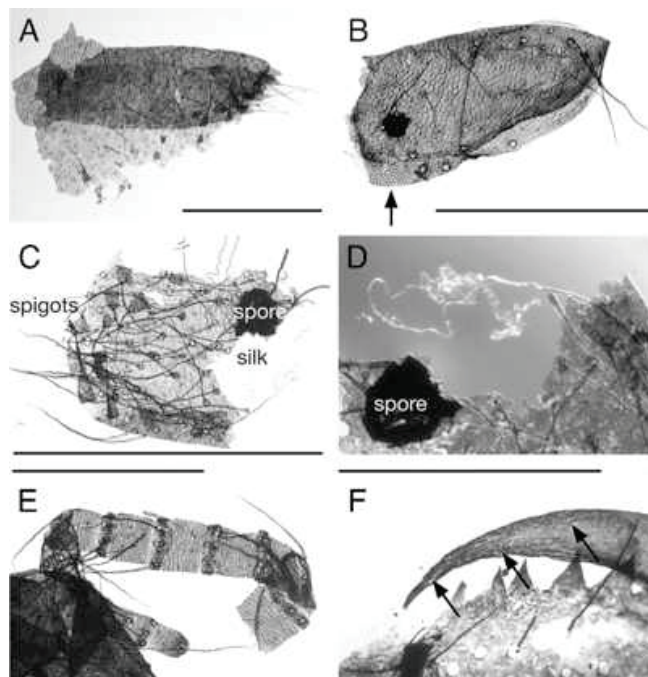
millioner år tilbage i tiden støder man på en mur i form af “den kambriske eksplosion”, hvor der pudsigt nok levede flere forskellige dyreformer (*phyla*), end der gør i dag. Hvis nogle af disse fremmedartede kambriske leddyr (se illustrationen) repræsenterer en fælles forfader til moderne leddyr som krebsdyr, skorpioner, edderkopper insekter m.v., indsnævres tidsintervallet, som har været til rådighed for det helt store evolutionære spring, mere og mere.

Der foregår en blodig diskussion om, hvilken historie fossilerne i virkeligheden fortæller, men det bliver stadig mere

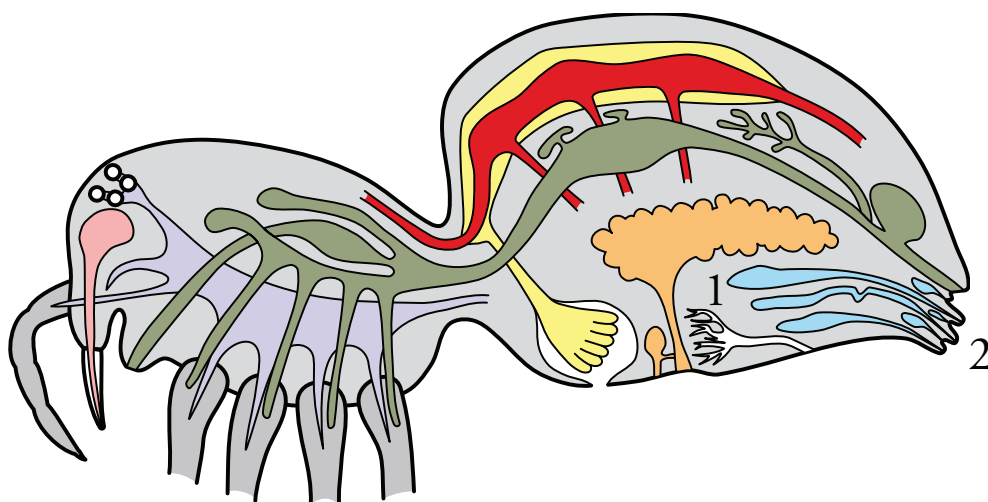


Korsedderkop med bytte indpakket i silke. Foto: Dreamstime

kopper fortæller således en historie om variation snarere end evolution. Dvs. ikke noget nævneværdigt om deres udvikling fra andre leddyr. Dette minder i høj grad om insekternes “evolution” [jf. Origos temanummer om insekter nr. 120]. Ifølge Gould [1] har taxonomer beskrevet mere end en halv million forskellige biller, som alle er kopier af den samme model – kun med ganske små afvigelser. Det helt store problem ligger i at knytte disse dyr sammen med en fælles forfader. Problemet vokser, i takt med at man finder flere og flere “moderne” dyr, som dateres længere og længere tilbage. Edderkopper kan dateres mindst 350 millioner år tilbage i tiden. Ca. 500



Attercopus i forskellige forstørrelser, der viser de fine silke-eddyser. Wikipedia



Snit i edderkop. Silkeprotein-erne produceres i de (lyseblå viste) kirtler (1) i edderkoppens bagkrop, som munder ud i spindevorterne – parvist placeret under bagkroppen (2). Illustration: Niels Grove Sørensen

vanskeligt at finde støtte for Darwins forudsigelser om en progressiv, gradvis udvikling. Det er eksempelvis konstateret, at pattedyr levede samtidigt med krybdyrene, og at evolutionshistorien i det mindste bør revideres. For edderkoppernes vedkommende gælder det (som det er tilfældet med mange insekter), at der er tale om flere hundrede millioner års evolutionær *dokumenteret* stilstand trods store miljømæssige omvæltninger, og en langt kortere periode med *udokumenterede* evolutionære tigerspring.

Det ville være klædeligt for naturvidenskaben, hvis man, på spørgsmålet om hvad edderkoppen stammer fra, fik svaret: "Det ved vi ikke".

Silkevejen

Hvornår blev silken opfundet? Ifølge en fossil forekomst fandtes der et silkespindende dyr, *Attercopurs fimbriunguis*, for 380 millioner år siden. Dets evolutionære sammenhæng med nulevende silkespindere, insektlarver og edderkopper, er naturligvis rent gæteri. Men evolutionens teoretikere vil overbevise verden om noget i retningen af, at en reje for 400-500 millioner år siden lettede fra havbunden og spontant fik gangvorter og derefter spindevorter.

Hvordan kan noget så komplekst, funktionelt og smukt som et hjulspind skyldes tilfældige ændringer i generne snarere end design? Alle tilpasninger til et dyrs miljø, herunder edderkoppespind, er et produkt af naturlig udvælgelse, der tillader visse tilfældige ændringer i generne, som videreføres til senere generationer. Naturlig selektion er den vigtigste mekanisme bag evolutionen, en proces af ændringen i en art over tid. Ændringerne er resultatet af akkumulerede ændringer i generne. Både edderkopper og edderkoppespind er udviklet gradvist igennem millioner af år.

Således er det uden blinken slået fast i bogen *Spider Silk* fra 2010 af Catherine L. Craig [2].

400 millioner års silkespinderi belyses i denne bog, med eftertryk på at selv små genetiske ændringer har stor betydning for silken. Desværre mangler bogen at forklare noget som helst om, hvordan silkeproduktionen oprindeligt er blevet til! Dette er præcist, hvad der er langt mere interessant at vide. At fungerende silkeproduktion kan justeres til produktion af mange silkevarianter synes at være selvfølgelig, men disse "evolutionære akkumulationer" kan ikke uden en gigantisk portion optimisme ekstrapoleres baglæns til et silkeløst nulpunkt. Ingen vil drømme om at bygge et spinderi uden udsigt til en indbringende produktion. Naturen har heller ikke en tilsvarende udsigtsløs og ekstravagant virkemåde. Det er netop, hvad den naturlige udvælgelse garanterer!



Færdigt hjulspind. Foto: Dreamstime

Pest eller kolera

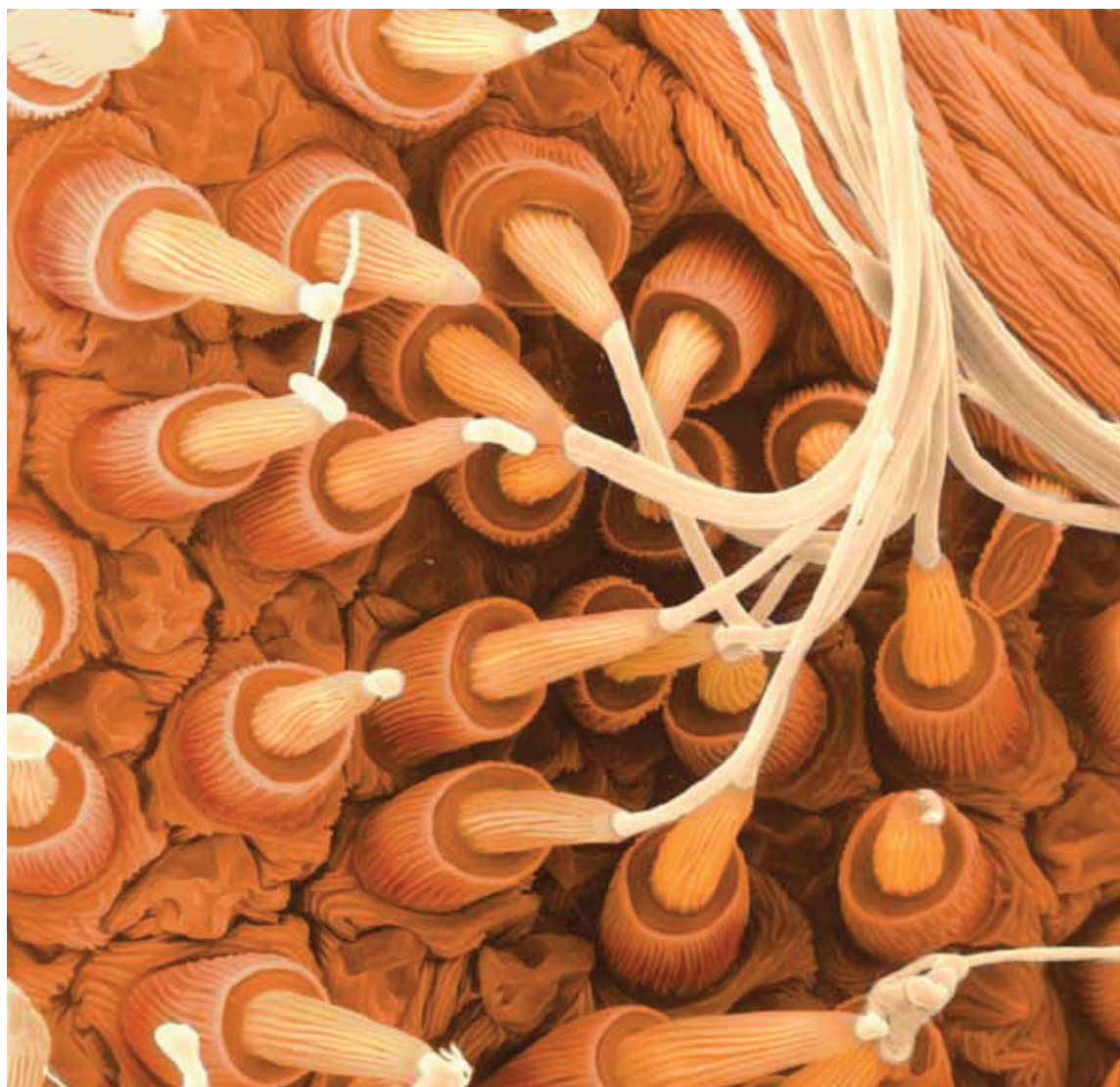
Tilsyneladende står valget imellem en alt for tidlig forekomst af silkeorganer eller parallele evolution. En tidlig forekomst af silkespindende organer støder på problemet om nytteværdi. Hvad skal et skaldyr på havbunden med silke? Dvs. at det formentlig er begrænset, hvor tidligt evolutionsteoretikere ønsker at forestille sig opfindelsen af silke. Men hvis silken først er opfundet, efter at edderkopper og insekter er gået hver sin vej i evolutionens stamtræ, er silken opfundet to gange. Hvad er så problemet med dette? Problemet er udtrykt i en sandsynlighedsbetragtning. Silkens spontane opståen er i sig selv ekstremt usandsynlig. At noget sådant skulle ske to gange på den samme planet inden for en årrække på under 100 millioner år, må anses for noget, hvor "umuligt" er den absolut mest dækkende betegnelse.

3D-mesterværker

Edderkoppens silke er et af naturens mirakelprodukter. Industriel efterligning kunne være interessant, men det er foreløbig kun lykkedes at fremstille et minimum af denne silke i laboratoriet. Noget edderkoppesilke er så stærkt som stål. Dvs. bro-wirer og de "strands" som anvendes i forspændt beton. Vel at mærke når man sammenligner masse (vægt). Edderkoppens silke skal derfor være væsentlig tykkere end en ståltråd for at kunne optage samme belastning. Man kan foretage en mere direkte sammenligning af edderkoppesilke og kevlar. Der findes en del forskellige former for edderkoppesilke. Hjulspindere (som fx korsedderkoppen) anvender mindst 4 forskellige former for silke, der har forskellig form og funktion. Én silke har særlig høj styrke. En anden har høj elasticitet. Endnu én silke er så krøllet og komplekst sammensat, at insekters hår sætter sig fast i tråden ved berøring. Disse tråde kaldes derfor klæbrige. Forskellige edderkopper har forskelligt antal spindevorter. De spinder alle igennem hele livet uagtet alder og køn – men til forskellige formål. De spinder til beskyttelse af sig selv og deres æg, til at registrere og fange byttedyr, til at flytte til nye

lokaliteter; de bruger spind som klæbestof, til vandtætning, som hejsereb, til ophængning, som stødabsorbering, til hule- og lågebygning (*Mesothelae*), og nogle leverer på romantisk vis sæd til hunnen i pakker af silke. Det er endnu uklart hvorfor, men sidstnævnte undgår i det mindste at blive ædt i parringen som hannen til den rødryggede edderkop.

Edderkoppesilke er generelt karakteriseret ved høj elasticitet. Dvs. med et elasticitetsmodul og dermed en relativ længdeudvidelse, som er væsentligt større end ståls længdeudvidelse. Edderkoppers fangspind varierer en del. De kan



Mikroskopi af spindedyser. Der kan være titusinder af disse små dyser yderst på edderkoppens spindeorganer, hvorfra edderkoppen trækker tråden(e) ud. Trådene kan være så tynde, at der skal spindes 4000 af disse for at opnå en tykkelse som et menneskehår. Foto: Microangela

eksempelvis have form som en lampeskærm, en tragt eller et hjul. Det kræver en god portion tredimensionel forståelse i alle tilfælde. Hjulspindere går til arbejdet på følgende måde:

Først undersøger edderkoppen omgivelserne for at finde de bedste steder at forankre nettet. Derefter spinder den en række solide sikringstråde, der danner egerne i selve nettet. Når de er på plads, spinder edderkoppen en hjælpspiral i nettet. Hjælpspiralen spindes indefra og ud, og den er lige som

sikringstrådene ikke-klæbende. Derefter vender edderkoppen om og begynder på en ny spiral udefra og indefter. Denne spiral består af de egentlige, klæbrige fangtråde. Samtidig med at edderkoppen arbejder sig indad, æder den hjælpspiralen og genbruger trådens proteinindhold. Edderkoppespind varierer kolossalt i størrelse fra art til art, og edderkoppen tilpasser også størrelsen til de lokale vindforhold. Europæiske hjulspindere, fx korsedderkoppen, laver typisk et spind på 20-30 cm i diameter. De er en halv til en hel time om arbejdet, der gentages ca. en gang i døgnet. Tropiske arter kan derimod lave spind på flere meter.

Tror du på hjulemanden?

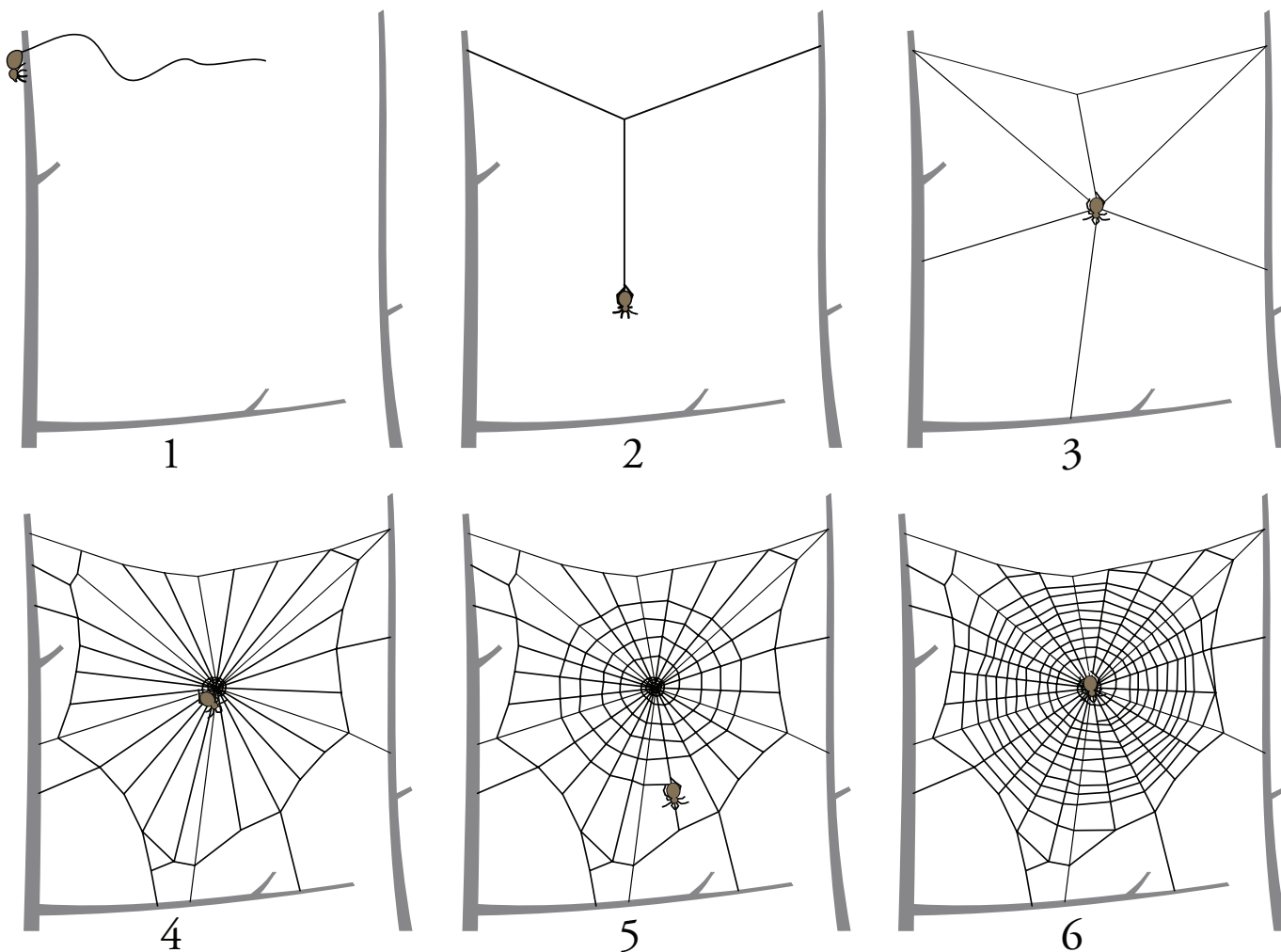
Det er mysterium, hvordan edderkoppen orienterer sig. Selv det flade hjulspind kræver tredimensionel orienteringsevne, når de første tråde skal ophænges i ét plan. At edderkoppen orienterer sig i forhold til de tråde, der allerede er anbragt, er næsten en selvfølge. Edderkoppers syn er ret forskelligt, men "hinkestensøjnene" kan ikke være særligt gode til at fokusere med. Da edderkoppen kan spinde i mørke, kan det ikke være synet, som er afgørende. Forsøg med "spiders in space" har vist, at heller ikke tyngdekraften spiller en afgørende betydning for orienteringsevnen. Unge edderkopper er ligeså dygtige spindere, som de erfarne. Indlæring spiller derfor heller ingen rolle. Edderkoppen er ganske enkelt udstyret med

et fantastisk instinkt. Dvs. en gennemført detaljeret programmering i sammenhæng med en orienteringsevne, vi endnu intet kender til.

Det er lykkedes for ingeniører at konstruere en firbenet robot, som kan bevæge sig i kuperet terræn. Det har naturligvis krævet en indviklet mekanik og programmering. Hvordan mon edb-programmet ville se ud, og hvor meget ville det fylde, såfremt en robot med 8 ben skulle kravle i træer, den selv skulle finde og bygge en figur som edderkoppens hjulspind? Naturligvis uden hjælp af satellitkommunikation eller noget udefra styrende (umiddelbart vil jeg foreslå indbygning af en lasergyro). Men en sådan opgave ville indtil videre få enhver til at opgive på forhånd. Ikke desto mindre er det, hvad biologer tror på som noget der er sket spontant i naturen alene ved ophobning af tilfældige genetiske ændringer!

Når der går ged i evolutionen

Den komplicerede silketråd skal på tilsvarende vis være "opstået" spontant i edderkoppen og til rådighed ved starten af spindeeksperimenterne. Men der skal røres godt i gryden, før den rette cocktail af aminosyrer stiller sig i kø i spindevorterne, så edderkoppen kan trække trådene ud af de mange tusind små dyser. Selvom det at finde en brugbar silkekemi kun er en meget beskedent del af problemet, volder det fremdeles industrien problemer at efterligne materialet – altså på trods af



Trin i korsedderkoppens opbygning af et hjulspind. Illustration: Niels Grove Sørensen

at edderkopperne allerede har leveret opskriften. For nogle år siden lykkedes det for det canadiske *Nexia Biotechnologies* at producere edderkoppesilkeproteiner gennem geder, der er fremavlet og genetisk ændrede. Edderkopgener sprøjtes ind i et gedefosters DNA, og proteinerne fra edderkoppespindet isoleres derefter fra gedens mælk og krystalliserer sig. Herefter producerer krystallerne en stærk fiber, der kun er en tyvendedel så tyk som fin silke. Jeg har i Sydeuropa set geder klatre i træer. Men på trods af den genetiske hjælpende håndsækning til evolutionen, er det vistnok ikke lykkedes at få geder til at spinde et hjulspind. Det er efterfølgende lykkedes at spinde typer af edderkoppesilke – uden for en edderkopper og andre dyr.

Hvis man skal fra A til B, er det ikke nok med et landkort. Der skal også bruges et optanket køretøj. De to størrelser har intet med hinanden at gøre, og de har heller ingen idé om gensidig nyttevirkning. De vil aldrig selv kunne foretage en koordination for at nå målet. Dette kræver en kvalificeret chauffør, som kan drage nytte af begge dele – samtidigt.

Edderkoppen skal både bruge et højt kompliceret spindeorgan og en opskrift på, hvad det skal bruges til. Ingen af delene har nogen mening hver for sig. Hverken for fornuftsvæsener eller for den naturlige udvælgelse. Edderkoppens hjerne er på størrelse med et flækket knappenålshoved, og den kan ikke forstå en figur som dens eget spind og dermed blive medlem af Mensa. Det stakkels dyr ved ikke engang, hvad spindet skal bruges til. Alligevel bygger den instinktivt et om dagen, så længe den lever. Som en gave fra den, der har udtænkt det hele i sammenhæng, fra den dag edderkoppen blev til en edderkop. ■



Hoved af springedderkop. Foto: Microangela

- [1] *Wonderful Life*. Stephen Jay Gould. Norton Paperback
 [2] *Spider Silk*. Leslie Brunetta and Catherine L. Craig. Yale University Press.