

EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON

Å lære evolusjon – er det å forstå livets logikk?

Selv om Charles Darwin ofte blir sitert som evolusjonens opphavsmann, var tanken om at arter gradvis forandret seg velkjent i hans samtid. Det sentrale ved Darwins bidrag var hans grundige argumentasjon for mekanismene som ligger bak en slik evolusjon, nemlig det naturlige utvalg. For å komme dit utførte han en bragd som delvis er oversatt: I *Om artenes opprinnelse* etablerer Darwin økologifaget. Han må nemlig vise at det ikke er harmoni og gode hensikter som er limet i naturen, men kampen for ressurser, partnere og overlevelse. For hvert individ som overlever er det mange som går til grunne, og denne kampen er en nødvendighet om evolusjonen skal kunne skje.

Før Darwin rådet et romantisk syn på naturen som vektla harmonien i det økologiske samspillet. Artene var avhengige av hverandre i et velbalansert nett der alle var nødvendige for at helheten skulle lykkes. Når vi leser Charles Darwins *Om artenes opprinnelse*, er det første som slår oss hvor grundig han måtte ta et oppgjør med tanken om at det er harmoni og fred som preger livet i naturen. Darwin var fremragende til å observere detaljer og prosesser i naturen, og *Om artenes opprinnelse* inneholder fascinerende beskrivelser av mange små eksperimenter han utførte i sin egen hage og i nærmiljøet:

'På et stykke mark, to fot langt og tre fot bredt, spavendt og rensset, hvor det altså ikke var noen risiko for å bli kvalt av andre planter, merket jeg alle spirene av våre hjemlige ugressplanter etter hvert som de kom opp, og av de 357 ble ikke mindre enn 295 utryddet, hovedsakelig av nakensnegler og insekter.'

Om artenes opprinnelse, Bokklubbens kulturbibliotek, side 52.

Et annet sted skriver han om en furuskog som er vel avgrenset i et lynglandskap. Hvorfor sprer ikke denne skogen seg, spør han, når hvert tre produserer så mange kongler og dermed utallige frø? Når han begynte å lete i lyngen, fant han 32 småfuruer på en kvadratmeter. Og én av dem hadde 26 årringer, men tittet fremdeles ikke over røsslyngen. Hvorfor? Beitinga fra sauene var rett og slett for intens, slik at furuene ble beita ned like raskt som de vokste opp.

Livets logikk

Hovedmotoren i evolusjonen er altså en beinhard konkurranse, som oftest fører til død eller annen fordervelse. At evolusjonen kan føre til de mest komplekse og vakreste former, skyldes at det er de overlevendes egenskaper som preger neste generasjon. I en stadig vanskeligere konkurranse kreves stadig mer finurlige løsninger, og over tid har dette gitt opphav til den levende naturen vi ser rundt oss. Ved å vise at biologiens spilleregler er diametralt forskjellige fra romantikerens økologiske harmoni, kunne Darwin forklare hvordan nye arter oppstår, at etablerte arter endrer

EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON

seg, og at mange av fossilene vi finner, ikke lenger tilsvarende nålevende arter. Selv hver for seg var disse synspunktene ganske revolusjonerende på Darwins tid.

Evolusjonen er altså det naturlige livets logikk. Alle egenskaper ved det levende må på en eller annen måte ha oppstått ved hjelp av en slik kortsynt prosess uten mål og mening. Å lære om evolusjonen er altså å tilegne seg en metode - en metode for å tolke og forstå biologien, inkludert store deler av naturen og mennesket. For alle som jobber med undervisning eller læreplanarbeid i naturfag, blir dermed spørsmålet: Bør evolusjon undervises som en integrert og gjennomsyrende del av naturfaget? I hvilken grad blir evolusjonen undervist slik i dag? Og hvordan kan vi lære elevene å bruke evolusjon som en metode, på lik linje med lesing, regning, og logisk tenkning?

Å lære metode

Problemer oppstår når evolusjonen blir en isolert del av pensum, som gjerne illustreres med fossiler og gener. Men enten vi snakker forsteinede livsformer som er millioner av år gamle, eller nukleinsyrer som er så små at de ikke kan sees selv i elektronmikroskop, så blir temaet så abstrakt at selv voksne smartinger sliter i svingene. Hjernen vår er nemlig best på å tenke på minutter og måneder, eller fra millimetre til dagsmarsjer, fordi det er på disse skalaene vi vanligvis støter på problemer som kan løses med hjernekraft.

Hvordan skal jeg som naturfaglærer eller biolog undervise og lære bort evolusjon da? Vi verken skal eller kan gi noe fasitsvar her, men kanskje skal vi riste litt på noen av de vanlige oppstillingene i arbeidsplaner, lærebøker med mer. For vi bør ta Dobzhanskys ord og pedagogiske utfordring på alvor: "ingen ting i biologien gir mening, unntatt i lys av evolusjonen". Derfor må emnet være med hele veien i naturfag og biologi. Og det blir ekstra synd at læreplanen i LK06 først bruker begrepet evolusjon på 8.-10. trinn. Elevene skal altså lære seg hovedtrekkene i evolusjonsteorien etter at de er kommet i konfirmasjonsalderen. I den videregående skolen tas det inn i biologi 2, der et kompetansemål krever at eleven skal gjøre greie for teorier for hvordan livet på jorda har oppstått og gjøre greie for grunntrekkene i evolusjonsteorien. Dessverre står det ikke noe om evolusjon knyttet til naturfag Vg1 i målet om bærekraftig utvikling og suksesjonsprosesser. Evolusjon kunne her vært ei flott bru mellom de klassiske fagdelingene økologi og bioteknologi.

Det er alltid vanskelig å undervise noe så dynamisk som evolusjon, men kanskje nettopp derfor bør vi knytte den til økologi og

å gjøre observasjoner ute i naturen, slik Darwin gjorde når han presenterte ideene i sin bok. Evolusjon og økologi er to sider av samme sak: økologien forklarer prosessene som fører til naturlig seleksjon, mens evolusjonen fokuserer på hva som skjer når seleksjonen virker over tid. Derfor bør eleven møte evolusjonsdelen av økologifaget betydelig tidligere enn i dag. Logikken i evolusjon ved naturlig utvalg kan bli enklere å forstå om elevene observerer og anvender den i felt og i eksperimenter. Slik kan eleven bruke økologien som inngangsport til å lære evolusjonen og dens mekanismer. Disse argumentene taler for at eleven bør møte begrepene og logikken i evolusjonen tidligere enn det læreplanen legger opp til. Kanskje er hovedutfordringen at vi lærere må ta oss tid til å la elevene få observere prosesser i naturen, og ut fra dem la elevene generere logikk og forståelse.

Evolusjonsteorien brukes på alle nivåer i biologisk forskning i dag, fra DNA-molekyler til globale mønstre som artsutbredelse og biologisk mangfold. Evolusjonstenkning brukes i større og større grad også i andre vitenskapelige disipliner enn biologi, for eksempel i medisin, psykologi, i landbruksvitenskap, og stadig oftere til industrielle formål. Dette vide anvendelsesområdet åpner opp for å jobbe tverrfaglig og for å belyse de generelle sidene ved evolusjon ved naturlig utvalg. Nedenfor gir vi ett eksempel på hvordan evolusjonsteorien brukes til å forstå en av våre kjente fiskearter, torsk, og hvordan et slikt perspektiv er spesielt relevant i lys av menneskelige påvirkninger.

Evolusjonsteorien gjør biologien til en prediktiv vitenskap. Fordi evolusjonen forklarer hvordan biologiske systemer har blitt til og opprettholdes, kan den også brukes til å forutsi hvordan arter vil utvikle seg. Mange forskere gjør dette rutinemessig over korte tidsskalaer når man kjenner arten og miljøet den lever i og vet hvilket seleksjonspress arten er under. Etter hvert som tidsskalaen blir lengre, blir dette vanskeligere.

Mange biologiske prosesser kan måles i naturen, og ved å sette sammen slik kunnskap i en matematisk modell er det mulig å si noe om hvorfor en art er slik den er og hvordan den vil forandre seg dersom for eksempel miljøet endrer seg over tid. Dette er nyttig kunnskap, fordi vi mennesker griper inn i det naturlige miljøet på så mange måter. Det er uunngåelig at mange ville arter blir påvirket av oss.

Eksempel: Evolusjon av - torsk

Som et eksempel kan vi se på Lofottorsken (skreien). I nesten hundre år har det blitt samlet inn og analysert torsk av havforskere. Vi kjenner godt til hva torskens spiser og hvordan den

EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON

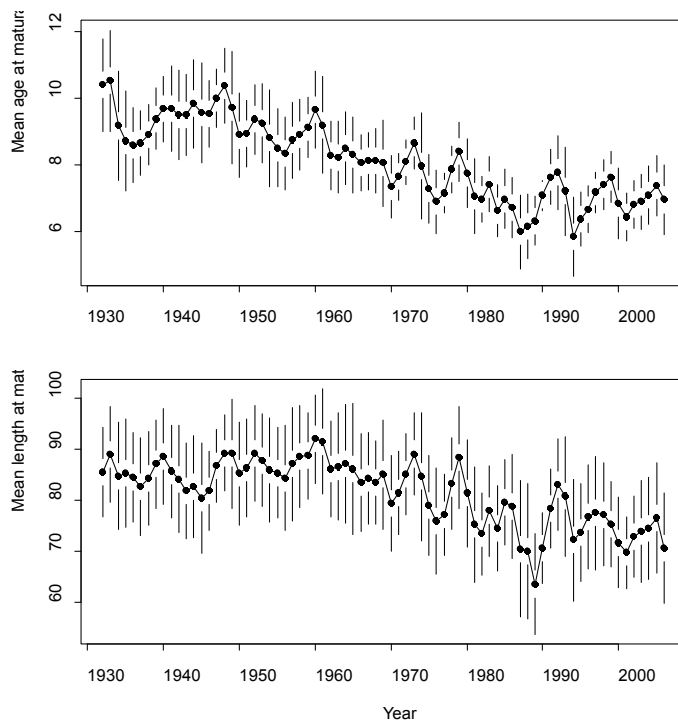
vokser. Vi vet også en del om hvem i havet som spiser torsk, så forskere kan regne seg fram til sannsynligheten for overlevelse. Alt dette kan beskrives med ganske enkle matematiske sammenhenger. Selv helt vanlige datamaskiner har i dag en enorm regnekraft, og ved hjelp av disse kan forskere regne seg fram til hvordan Lofottorsken vil utvikle seg, gitt det vi vet om prosessene nevnt over. Et grunnleggende resultat fra slik bruk av evolusjonsteorien er at den torskens som gjennomsnittlig får flest avkom i løpet av livet, er den som vil utvikle seg over tid.

Det som virkelig har forandret seg i torskens miljø, er fiskepresset. I gamle dager ble det fisket litt langs kysten, men det meste av torskens ble tatt når den kom inn til Lofoten og andre steder for å gyte. Dette står blant annet nevnt i kongesagaene, så vi vet at dette også skjedde for tusen år siden. Rundt 1920 ble trål vanligere og båtene ble større og sterkere, og med dette ble fiskepresset mye høyere, spesielt til havs. Hva har dette betydd for torskens?

Matematikken forteller oss at en vellykket Lofottorsk i gamle dager var stor og gammel, fordi den da kunne bære mye rogn og gyte mange avkom. Den brukte mange år på å vokse seg kraftig, og begynte å reprodusere rundt 10 år gammel. Med moderne fiskepress er det nesten umulig å overleve i 10 år. Nå ender slike fisker opp som middag lenge før de begynner å produsere avkom.

Sammenlign dette med en lofottorsk som begynner å gyte mye tidligere i livet. I gamle dager brukte den energien på å gyte i stedet for å vokse seg stor, og den var bare middels vellykket. Under nåtidens fiskepress er den imidlertid vinneren: Den har mye større sannsynlighet for å gyte både én og to ganger før den blir fiskepinne.

Disse forutsigelsene er basert på teoretiske modeller. Hva sier så dataene som havforskerne har samlet inn? Fra 1930 og fram til i dag har alderen når torsk begynner å gyte falt fra 10 år til 7 år (se figuren øverst til høyre). Det er en rimelig stor endring på ganske kort tid, og matematikken vi har gjennomgått over antyder at én mulig forklaring er at dette er evolusjonære tilpasninger til dagens høye fiskepress. I laboratorieeksperimenter har forskere framkalt lignende endringer på bare fire generasjoner. Vi vet at alder ved første reproduksjon er arvelig, og at den derfor kan endre seg evolusjonært. Sammen viser altså teori, eksperimenter og genetik at det nye menneskeskapt miljøet, denne gangen fiske, kan føre til endringer i arten, slik at Lofottorsken nå er en annen enn den var for 100 år siden.



I et lite bein som hjelper torsk å holde balansen, blir det dannet årringer omtrent som i et tre. Denne ørestenen kan også fortelle om når torskens begynte å reprodusere. Ved å gå gjennom disse dataene har professor Mikko Heino ved Universitetet i Bergen satt sammen denne figuren, som viser hvordan torskens i årene 1930-1950 begynte å reprodusere rundt 9-10 år gamle, mens dette nå har falt til rundt 7 år.

Myter om evolusjon

Som lærere og deltakere i debatten rundt evolusjon ramler vi ofte borti noen hverdagsforstillinger. Også disse kan brukes som en innfallsvinkel til å forstå evolusjon og å forstå hvor tett knyttet den er til økologi. Vi vil her se på tre hverdagsforestillinger.

1) Evolusjon og utvikling betyr framskritt og kan visualiseres som en stige eller å utvikle seg langs en linje mot et endelig mål

Men utvikling betyr ikke framskritt, og livet på kloden er sterkt forgreinet. Evolusjon har ikke en bestemt retning eller et bestemt mål. Forestillingen innbyr vi lærere til mange ganger, kanskje oftest ubevisst. For å skape oversikt i systematikken tar vi for eksempel for oss utviklingen av ulike respirasjonsorganer hos dyr. Både hos lærer, elev - og gjerne læreboka også - er "målet"

EVOLUSJON Å LÆRE EVOLUSJON



Foto: Wilse, Norsk Folkemuseum Bildet er beskåret

respirasjon hos mennesket. Og selv om livets tre framstilles som mangegreinet, ønsker vi ofte å få redusert sidegreinene. Dersom vi i større grad i vektlegger økologi og levesett, kan kanskje denne hverdagsforestillingen utfordres. Det er ikke noe galt med pigg-hudenes respirasjonssystemer i deres habitat, selv om de har helt andre systemer (og behov) enn arter som evolusjonært står mennesket nærmere. Visualisering av evolusjon vil bety en mengde sideskudd i livets tre, og med et fokus på hvor gode tilpasningene er, kan en utfordre forestillingen om de gode og dårlige, eller velutviklede og simple artene. Evolusjonært representerer alle arter som eksisterer i dag hver sin suksesshistorie, alle har bestått gjennom utallige utfordringer fram til i dag. Ingen arter har bestått pluss eller bestått minus; i evolusjonens karakterbok er det bare bestått eller ikke bestått.

2) Evolusjon ved naturlig seleksjon er det samme som den sterkestes rett

Stadig vekk oversetter ellers engelskkyndige elever "to be fit" til å være det samme som "to be strong". Men naturlig seleksjon dreier seg om den best tilpassede til miljøet, og de utfordringer som vil og kan møte en som individ, og ikke om styrke eller makt. Det er også viktig å tenke gjennom hvor *mange* tilpasninger som må til for å leve et vellykket liv. I noen situasjoner kan styrke være viktig, men det krever samtidig at en må spise mer, at en blir tyngre og

større, og det er ikke gitt at det er fordelaktig. Et beslektet poeng er at evolusjonen også handler om flaks og uflaks: Et svært godt tilpasset individ kan også få en steinblokk i hodet.

3) Evolusjonen er bare - en teori

Her kommer flere hverdagsforestillinger til uttrykk samtidig. For det første er en vitenskapelig teori noe helt annet enn den hverdagslige forståelsen av begrepet teori, kanskje særlig hos ungdom. En vitenskapelig teori er åpen, den kan når som helst utfordres og endres dersom bevisbyrden er tung nok. Slik sett er evolusjonen en teori fordi den kommer med helt tydelige forutsigelser for hva en forventer å observere i naturen, og hvilke observasjoner som ville lede oss til å konkludere at evolusjonsteorien er feil. Slik testbarhet er hovedskillet mellom vitenskap og tro. Hele tiden registrerer forskere observasjoner som er slik evolusjonsteorien forutsier. I dagligtale er det derfor riktiger å si at evolusjonen er en kjensgjerning, fordi den er en teori som støttes av tusenvis av forskere verden over og deres utallige observasjoner, på ganske lik linje som tyngdekraften. Få vitenskapelige teorier har vært utsatt for så mye debatt, og likevel står evolusjonen bare sterkere og sterkere for hver dag. Dens styrke ligger i at den er både enkel og generell: En svært enkel mekanisme, nemlig evolusjon ved naturlig utvalg, kan forklare selv de mest komplekse fenomener i naturen.