

## Springhaler – landjordens pionerer

Thomas Larsen

### Et kig ind i fortiden

Mens vi mennesker lever vores moderne hektiske liv befinder der sig under vore fødder en verden, hvor udvikling er noget der tilhører en fjern fortid. I slutningen af Silur og begyndelsen af Devon for omkring 410 millioner år siden indtraf der nogle begivenheder der skulle ændre livet på jordkloden for altid: koloniseringen af landjorden. Landjorden var på det tidspunkt et fjendtligt og godt miljø. Frygtelige storme raserede hen over himlen, og temperaturerne vekslede mellem gloende hede om dagen til arktisk kulde om natten. Derimod var miljøet i vandene meget mere stabilt og det var i tidevandszonen eller lavvandede ferskvandssøer at de første tilpasninger til livet på land fandt sted. Mens bakterier, alger og planter langsomt etablerede sig oven vande blev der skabt livsbetingelser for at havets højere livsformer kunne følge efter. Blandt disse højere livsformer der pionerede på land, var den lille og uanseelige springhale som senere fik en enorm udbredelse. Springhalerne er i dag blandt de mest mangfoldige leddyr på kloden og findes fra Antarktis' snesletter til tropernes regnskove. Grunden bag denne succes er deres evne til at tilpasse sig nye habitater. Men på trods af springhalernes store tilpasningsevne har de bevaret deres oprindelige karaktertræk. Deres udvikling er gået så langsomt at alle nutidens hovedfamilier hos springhalerne allerede var udviklet før superkontinentet Pangea delte sig i to for omkring 180 millioner år siden. Så det er et blik ind i klodens urtid når vi betragter disse dyr, og en påmindelse om, at udviklingen kan gå meget langsomt i modsætning til nutidsmenneskets fortravlede hverdag med evindelige teknologiske fremskridt.



Figur 1. Mange springhaler har stadigvæk en forkærlighed for vand som f.eks. disse her *Hypogastrura vernalis* oven på Liden andemad.

### Udseende

Springhaler måler på vores breddegrader mellem 0,25-6,0 mm i længden. De lever hovedsaglig i og på jordbunden hvilket også er grunden til at de fleste mennesker hverken har set eller hørt om disse dyr. De kan antage mange forskellige former, være dækket med metalskinnende skæl eller antage et perlemorsagtigt skær. De er sammensat af hoved, brystled og bagkropsled med et par antenner på hovedet og 3 par ben på brystleddet. På trods af deres skjulte, kryptiske tilværelse er de meget fascinerende at studere når de først er kommet under en lup. Er man heldig at spotte en springhale har man som regel ikke særlig lang tid til at kigge på dem da de har det med straks at hoppe væk ved hjælp af deres meget effektive flugtrekskab, springgaflen, som kan få dem over store afstande. De hurtigst springende arter kan aktivere springgaflen på blot 18 millisekunder, som omtrent svarer til lukketiden på et kamera. Springgaflen, som er omdannede lemmer, sider på undersiden af det fjerde bagkropsled. Ved udløsningen af springgaflen kan de tilbagelægge afstande på op til 20-30 cm i et spring. Nogle af de mindste arter mister orienteringen under disse hop og lander tilfældigt på ryggen. For at komme om på maven kan de skyde et karakteristisk cylindrisk organ, ventraltubus, ud fra underkroppen som kan få fat på underlaget. Det latinske navn for springhaler, Collembola betyder faktisk lim (cole) og cylinder/stift (embolon), som refererer til ventraltubus'en. Mange jordbundslevende springhaler har dog mistet springgaflen da det i jordbundens snævre hulrum og gange ikke tjener noget formål at benytte sig af et katapultlignende flugtrekskab.



Figur 2. *Folsomia fimetaria* (<1.4 mm) findes ofte i store antal i næringsrigt materiale under nedbrydning.

### Økologisk rolle

Springhalerne er det mest udbredte leddyr på jorden. På verdensplan er der indtil videre beskrevet 7.500 arter og eksperter mener at det tal kun dækker 10 % af det faktiske antal. Langt de fleste arter findes i troperne hvor der er fundet op til 150 arter per kvadratmeter. Selvom der i Skandinavien kun er beskrevet 300 arter kan der være op til 30 arter i et habitat. Som regel er der 3-4 arter der dominerer, mens resten findes i mindre antal. Det er uden tvivl i de uforstyrrede habitater man finder flest arter, men ikke desto mindre er det tit på agerjord, at man støder på de største tætheder med mere end 100.000 individer per kvadratmeter. Det skyldes at når der tilsættes let omsættelig organisk gødning så stiger fødegrundlaget som består af svampe, bakterier, plantemateriale, nematoder og encellede dyr. Engang observerede jeg hvordan millioner af springhaler af en art tilhørende slægten *Hypogastrura* pludselig væltede op af jorden. Det var i en køkkenhave hvor jeg 6 uger forinden havde lagt ensilage ud som jorddække. Efter et regnskyl samlede dyrene sig i centimeter tykke lag og man var nødt til at gå med en vis forsigtighed for ikke at træde på dem.



Figur 3. Den store hvide er *Protaphorura armata* (<2,5 mm) som bl.a. spiser planterødder og den lille gråbrune er *Proisotoma minuta* (<1,1 mm) som hovedsagelig findes hvor der er fugtigt organisk materiale. *P. armata* er tilpasset et liv i jordbundens hulrum og har bortreducerede øjne og ingen springgaffel. Deimod lever *P. minuta* ved eller lige under jordoverfladen, har fuldt udviklede øjne (8+8 ocelli) og en springgaffel.

Selvom springhalerne kan optræde i store antal er deres kvantitative betydning lille i forhold til svampe og bakterierne som sørger for langt den største del af nedbrydningen, typisk >90 %. Derimod har springhalerne en stor indirekte betydning for nedbrydningen via deres græsning på mikroorganismer. De er også med til at sprede nedbryderorganismerne rundt i jorden da mange svampesporer og bakterier passerer uskadte igennem deres fordøjelsessystem. Mange arter er tæt knyttede til rodzonen hvilket måske forklarer hvorfor mange undersøgelser har fundet at deres tilstedeværelse stimulerer plantevæksten på trods af

at deres biomass ofte udgør <1 % af den samlede meso- og makrofauna i jordbunden. Muligvis er de mere aktive end mange andre dyr i jordbunden hvilket gør at deres betydning bliver forholdsvis større end deres biomasse tilsiger. Selv har jeg arbejdet med at bestemme stofskiftet hos springhalerne *Proisotoma minuta* og *Protaphorura armata* for bedre at forstå deres rolle i jordbunden. I et laboratorieforsøg med de to arter blev 6-11 % af kulstoffet (C) og 5-9 % kvælstoffet (N) i kropsvævet udskiftet hver dag alene til stofskiftet. Den art med det laveste stofskifte, *P. armata*, havde også den laveste reproduktionsrate. Til gengæld voksede den sig meget større (se Fig. 3) og kunne leve af lav-kvalitetsføde i modsætning til *P. minuta*. Tilsvarende vil en lang række andre parametre lige fra levested til temperatur bestemme om den ene eller anden art får succes. Men da jordbunden byder på meget varierede livsbetingelser afhængighed af vegetation, årstid og jorddybde kan man ofte finde op til 10 arter i blot én håndfuld jord. Ligeledes lever der mange arter på svampenes frugtleger og planternes skud og stængler over jorden. F.eks. fandt jeg i en mild januar måned tre forskellige springhalearter som åbenbart levede i nogle rosenkål jeg havde plukket i 20-30 cm højde. Ret beset er det ikke overraskende at springhalerne lever i tæt samhørighed med de planter som de har fulgt i 400 millioner år, men hvor stor deres betydning er, har vi på trods af årtiers forskning endnu ikke helt klarhed over.



Figur 4. Til fotografering af springhaler bruger jeg en Nikon D80 og to SB-R200 Speedlight enheder med et Apo Rodagon N 50mm/2,8 forstørrelsesoptik for enden af et 20 cm bælg.

### Indsamling og fotografering

Det er ligetil at indsamle springhaler fra naturen. Læg nogle håndfulde jord eller førne i en tragt eller en bakke med et finmasket net og varm toppen af jorden med en arkitektlampe i 6-12 timer. Stil en bakke underneden med fugtet underlag til at opsamle dyrene. Herefter kan man undersøge dyrene med en ganske almindelig lup eller en stereolup. Bestemmelse til art

kræver dog at man laver et mikroskopipræparat af dyrene. Som et alternativ til en stereolup kan man også bruge et digitalkamera. Til denne artikels billeder har jeg brugt et digitalt spejlrefleks med et forstørrelsesobjektiv (Fig. 4), men man kan også bruge små kompaktkameraer som f.eks. x-loupe systemet (<http://nkstech.com>) som jeg har brugt til at tage små filmsekvenser af dyrene.



Figur 5. *Sinella curviseta* besidder nogle karakteristika der er typiske for overfladelevende springhaler: lange antenner, kraftig behåring og veludviklet springgaffel og øjne.

### **Klassificering**

Springhalerne klassificeres overordnet i 4 ordener: Poduromorpha, insektspringhaler (Entomobryomorpha), dværgkuglespringere (Neelipleona) og kuglespringhaler (Symphypleona). Poduromorpha og insektspringhaler, også samlet kaldet ledspringhaler, er aflange og leddene er almindeligvis let at skelne. Dværgkuglespringere og kuglespringhaler er derimod kugleformede og afgrænsningen mellem kroppens led er vagt definerede. Artsbestemmelse af springhaler kræver noget tålmodighed, øvelse og en stereolup eller mikroskop. I forhold til andre jordbundsdyr som nematoder og mider er de dog forholdsvis nemme at kende. Men man kan med fordel lære de almindeligste 3-4 arter fra hver orden at kende og derved få en fornemmelse for den overordnede systematik.

### Poduromorpha

De fleste Poduromorpha lever i jordbunden eller førnelaget, og bevæger sig generelt langsomt. De har et veludviklet første brystled, er glatte eller kun sparsomt behåret. Gruppen er meget artsrig med 160 arter i Skandinavien fordelt på fire overfamilier: butspringhaler

(Hypogastruroidea), porespringhaler (Onychiuroidea), vandspringhaler (Poduroidea) og Neanuroidea.

Herhjemme sværmer både *Podura aquatica* og *Hypogastrura vernalis* (Fig. 1) ofte i bræmmen af vandhuller, søer og kyster. De kan være fremme på overfladen så tidligt som februar måned og selvom de er meget mørke er deres bestande nemme at spotte pga. de hvide og tomme insekthuder de efterlader på vandoverfladen.

### Insektspringhaler

Insektspringhaler lever typisk i jordoverfladen og den lave vegetation, og er meget aktive. Det første brystled er almindeligvis ikke synligt. De er meget mere tørketolerante end Poduromorpha og er dækket af skæl eller tæt behåring. Der er bestemt omkring 70-80 arter fra Skandinavien fordelt på fire overfamilier: langhornsspringhaler (Tomoceroidea), ensledspringhaler (Isotomoidea), børstespringhaler (Entomobryoidea) og Actaletaidea. Det er især hos børstespringhalerne, at de mest insektlignende arter findes.



Figur 6. Hos *Folsomia candida* kan forskellen i størrelsen mellem nyudklækkede og voksne individer være meget stor.

Hos ensledspringhaler finder man den meget kendte art *Folsomia candida* (Fig. 6). Den er meget nem at holde i kultur og anvendes i test, hvor man bruger den til at afprøve de økologiske effekter af nye kemiske stoffer og tungmetalfurening. I USA er arten blevet fundet i lukkede vandbrønde 4-5 m nede under jorden, hvor de lever ved eller på vandoverfladen. Forekomst af *F. candida* i disse brønde bruges som en indikator for forurening af grundvandet med næringsstoffer og vejsalte.

Langhornsspringhalerne rummer utvivlsomt de største springhaler. Både *Pogonognathellus longicornis* og *P. flavescens* bliver op til 6 mm og kan ligne rene giganter i forhold til dværgkuglespringerne beskrevet nedenunder. I modsætning til andre springhaler, kan de rulle deres ekstremt lange antenner sammen. Jeg har flere gange fundet *P. flavescens* på undersiden af tragtkantareller hvor de spiser sporer.

#### Dværgkuglespringere

Dværgkuglespringere indeholder familien Neelidae. I Skandinavien er der kun fundet 2 arter. Arterne er ganske små (<0,7 mm) og lever udelukkende i jord og førne. De minder om kuglespringhaler, men adskiller sig ved et stort brystled og et lille bagkropsled.

#### Kuglespringhaler

Kuglespringhaler ses ofte på vegetation og vandoverflader, og kan være meget tørketolerante. De mindste arter måler blot 0,18 mm i længden. Til gengæld er kuglespringhalerne blandt de mest imponerende springere blandt springhalerne. I modsætning til de fleste arter fra de andre ordener har kuglespringhalerne et karakteristisk og spektakulært parringsritual. Hos *Sminthurides aquaticus* indledes der en parringsdans hvor hannen og hunnen danser hoved mod hoved. Herved tester hunnen hannernes styrke. Den stærkeste og mest udholdende han vinder. Hannen lægger derefter sin sædsæk på overfladen og skubber hunnen hen over sædsækken, så hun kan optage den. Der er fundet omkring 50 arter i Skandinavien hos overfamilierne Sminthurididoidea, Katiannoidea, Sminthuroidea og Dicyrtomoidea. En af de mest iøjnefaldende kuglespringhaler er *Dicyrtomia ornata* som bliver op til 3 mm og kan, med lidt ihærdig søgen, findes på den lave vegetation i haven.

#### **Referencer**

Jordbundens mider og springhaler af Peter Gjelstrup og Henning Petersen, Natur og Museum, 26. årg. nr. 4, 1987, ISBN 87-89137-04-3

## **Springhalers anatomi og livscyklus**

### Livscyklus

Springhaler har en evne til at formere sig særdeles hurtigt hvilket kan resultere i en populationsekspllosion når forholdene er givtige. Den meget reproduktive *Folsomia candida*, som har ukønnet formering (parthenogenese), kan lægge op til 9 æg om dagen. Den ukønnede formering er formentlig en tilpasning til et liv dybt nede i jordbundens labyrint af gange, hvor kontakten mellem kønnene sjældent forekommer. Det er for i øvrigt tilstedeværelsen af en nedarvet bakterie, *Wolbachia*, som gør at *F. candida* populationen stort set kun består af hunner. Springhalernes æg udklækker efter 5-16 dage ved 20° C hvorefter det tager dem 20-30 dage at blive kønsmodne. I ungdoms- eller juvenilfasen er vækstraten enorm. F.eks. vejer *Proptaphorura armata* 1,4 µg (tørvægt) lige efter udklækning og ved kønsmodenhed som indtræder en lille måned senere kan dens vægten være op til 35 µg. Under væksten skal dyrene med mellemrum udskifte deres hudskelet (exoskelet). Afstødningen af den gamle hud gør dem immobile for en stund og sårbare overfor rovmidler og andre rovdyr. I laboratoriet bliver dyrene op til 6-9 måneder, men alderen afhænger meget af deres aktivitet og omgivelsernes temperatur. Jo varmere det er, desto højere er stofskiftet og slitagen. I modsætning til mange insekter undergår springhaler ikke forvandling (metamorfose), og de unge dyr ligner de voksne.

### Ydre anatomi

Springhalerne er sammensat af et hoved, brystled (thorax) og bagkropsled (abdomen). Hovedet er tydeligt afsat og forsynet med et par antenner der typisk har fire led, munddele i en mundhule (entognathous), og to øjne der hver er sammensat af otte enkeltøjne. Hos en del arter kan enkeltøjnene dog være reduceret bort eller helt mangle. På hovedet befinder der sig også sanseorganer der registrerer kemiske og mekaniske påvirkninger. Omkring mundåbningen er kindbakker og kæber indesluttet i en slags mundhule dannet ved sammenvoksning mellem overlæbe, underlæbe og udvækster fra hovedets sider. Denne mundhule placerer dem i slægtskab med de såkaldte mundhuleledyr (Entognatha) som også omfatter proturer og diplurer. Nogle springhaler tilhørende Neanuroidea har et reduceret mundparti (uden kindbakker eller tandplader) og lever af opløst føde eller frigiver indholdet ved at stikke hul i maden (f.eks. æg). Bag hovedet følger tre brystled der hver bærer et par ben. Det er karakteristisk for springhaler at bagkroppen kun har seks led. Andre hexapoder har otte eller flere led. De seks bagkropsled kan være udvisket i mere eller mindre grad. Et andet kendetegn er at det første bagkropsled har en såkaldt ventraltubus, et cylinderformet organ på undersiden der anvendes til at sugе vand og udveksle ioner fra omgivelserne (osmoregulering). På det tredje segment sidder et organ (tenaculum) der låser den for

springhalers så karakteristiske springgaffel (furca) fast. Springgafflen, som er påhæftet på undersiden af det fjerde segment, er sammensat af et uparret skaft (manubrium) som bærer to arme (dentes) og en klo (mucro). Selvom springgafflen har givet springhalerne det danske navn, mangler den eller er næsten reduceret bort hos en del arter. På det femte bagkropsled sidder kønsåbningen og på det yderste sjette led udmunder endetarmen.



Figur 7. Mikroskopipræparat af *Hypogastrura vernalis*. Den blev først affarvet for at man kan se forskellige anatomiske træk som man skal bruge til artsbestemmelsen.

#### Indre anatomi

De mindste af springhalerne er blot 0,25 mm i længden og er kun få gange større end en levercelle fra et menneske. Ikke desto mindre besidder en springhale med den beskedne størrelse alle indre organer fra spytkirtel i hovedet til nyrer og fordøjelsestragt i bagkroppen. Derudover rummer de organer til formering og hormonproduktion. Deres lille hjerne består af nogle tætpakkede nerver (ganglier) der går på langs af kroppen. De har ikke et egentlig hjerte, men i stedet for et blodkar der sørger for transport af ilt som bindes til forskellige typer af blodlegemer. Indåndingen sker gennem deres hud, mens kuglespringhaler har et trachésystem, som insekterne. Muskelsystemet er yderst kompliceret og delikat.