

# Hvorfor lægger fisk små æg?

Fiskeæg og -larver er forholdsvist meget mindre end afkommet af de fleste andre havlevende organismer. Denne forskel hænger sandsynligvis sammen med, at fiskelarver ikke skal konkurrere så meget om føden som andre organismers afkom.

En blåhval er et meget stort dyr (30 tons) og føder meget store unger (næsten 3 tons). En vandloppe er et meget lille dyr (1 mg) og producerer meget små æg (1/100 mg). I havet er det generelle mønster, at afkommets størrelse (vægt) typisk er mellem 1/10 og 1/100 af moderens størrelse. Men især én gruppe afviger fra denne regel, nemlig fisk. Fisk er en meget succesfuld dyregruppe. De findes i næsten ethvert vandigt miljø, og der kendes omtrent 30.000 arter. Men uanset deres størrelse lægger de næsten alle sammen meget små æg. Verdens største benfisk, klumpfisken, som kan veje over 2 tons, producerer mange millioner millimeter-store æg, der hver vejer blot 1 mg og klækker som 2,5 mm store larver. De mindste fisk, fx hundestejler, der vejer nogle få gram, producerer æg af næsten samme størrelse. Fisk bryder altså størrelsesreglen på to måder: Afkommets størrelse varierer ikke med moderens størrelse, og størrelsen er forholdsvis *meget* mindre end hos afkommet hos de fleste andre dyr i havet. Bruskfisk (hajer og rokker), som jo minder om de "almindelige" (ben)fisk, følger sjovt nok den almindelige regel og producerer afkom, som er ca. 100 gange mindre end de voksne. Men hvorfor er fisk forskellige fra bruskfisk og de fleste andre dyr i havet?

## Størrelsen betyder noget

For at forstå denne forskel må vi forstå de kræfter, der driver evolutionen af ægstørrelsen, og hvordan disse kræfter kan variere. Den naturlige selektion medfører, at de individer, der leverer flest afkom til den næste generation, og den adfærd og de egenskaber, der karakteriserer disse individer, vil dominere i de efterfølgende generationer. Antallet af afkom, et individ leverer til næste generation, afhænger af to ting: antallet af æg eller unger samt afkommets chance for at overleve til kønsmodning. Der er selvfølgelig en sammenhæng mellem det antal afkom, et hundyr kan producere, og afkommets størrelse: Jo mindre æg, des flere kan der produceres. En kønsmoden torsk gyder i løbet af sit liv millioner af små æg, som klækkes til millimeter-store larver, mens en hval producerer ganske få store unger. Men små unger og larver har af flere grunde en ringere chance for at overleve end store unger. Og spørgsmålet er så: Hvad er bedst? At få mange, små afkom, hver især med ringe chance for at overleve, eller at få færre store afkom, hver med meget bedre chance for at overleve? Det er fx bedre at producere dobbelt så meget afkom af den halve størrelse, hvis dets chance for at overleve til kønsmodning er mere

### Om forfatteren



Karin Olsson  
Ph.d.-studerende,  
Centre for Ocean Life  
(VKR Center of Excellence), DTU Aqua  
karol@aqu.dtu.dk



De fleste marine dyr producerer æg eller afkom, der typisk hver vejer omkring 1 % af moderdyrets vægt. Fisk adskiller sig ved at producere mange æg, der er meget små i forhold til fiskens størrelse. Øverst en 1 mm stor vandløppe, der bærer sine få men relativt meget store æg, og til højre en rødspætte, der kan gyde millioner af millimeter-store æg.

Foto vandløppe: Albert Calbet; Foto fisk: Kenneth Løvholt.



end halvt så stor som det store afkoms. Hvis det er tilfældet, vil den naturlige selektion drive evolutionen mod en strategi med mange små æg – jo flere og mindre, des bedre. Og omvendt, hvis de små ægs chance for at overleve er mindre end den halve af de stores, vil selektionen drive evolutionen mod dyr med få, større afkom. Den optimale strategi afgøres derfor især af, hvordan afkommets overlevelse afhænger af dets størrelse.

### Svag konkurrence mellem fiskelarver

Store unger har større chance for at overleve end små unger af to grunde: For det første er der flere rovdyr, der kan gabe over en lille fiskelarve end en stor, og den daglige overlevelseschance stiger derfor med størrelsen. For det andet: Jo større forskel, der er på størrelsen af moder og afkom, des længere tid tager det for afkommet at vokse til kønsmodning, og des ringere er dets chance for at overleve. Begge disse forhold betyder, at overlevelseschancen stiger, jo større afkommet er.

Derfor virker det umiddelbart paradoksalt, at fisk producerer så mange og så små æg i forhold til de fleste andre marine organismer.



De fleste fisk producerer meget små æg sammenlignet med voksne. Her er det lakseæg, som selvom de er relativt store, kun er 5-10 mm i diameter.

Vi mener, at forklaringen skal findes i konkurrencen mellem ungerne, og hvordan den påvirker deres overlevelse. En hård konkurrence fører til langsommere vækst og til større risiko for at blive spist i forbindelse med intensiveret fødesøgning. Hård konkurrence tidligt i livet fører derfor til lavere overlevelse, hvilket betyder, at de største afkom vil vinde det evolutionære kapløb. For benfisk gælder det imidlertid, at konkurrencen mellem de nyklækkede larver er ganske svag. Det ved vi, fordi undersøgelser i havet har vist, at mængden af fiskelarver er for lille til at påvirke mængden af det zooplankton, de lever af. Konkurrencen mellem fisk begynder sandsynligvis først senere i livet omkring den størrelse, hvor larverne har udviklet sig til småfisk.

Fotos: Colourbox

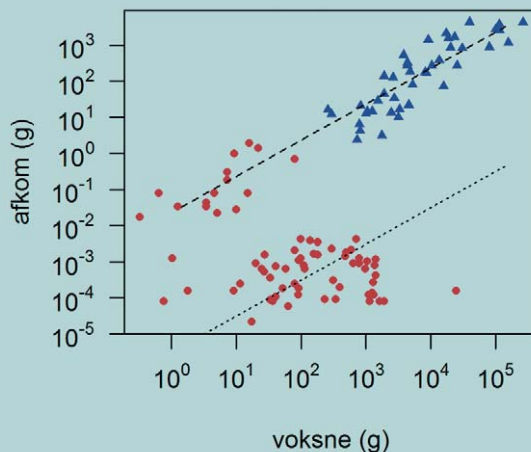


## Øjne bestemmer ægstørrelse

Når det tilsyneladende for fisk gælder om at producere så mange og så små æg som muligt, hvad sætter så den nedre grænse for et fiskeægs størrelse? Til sammenligning producerer fx vandlopper og hjuldyr æg, der er meget mindre end 1-2 mm, som fiskeæg typisk måler. Svaret er, at det sandsynligvis hænger sammen med, at fiskelarver jager ved hjælp af synet. Der er ingen planktonorganismer mindre end fiskelarver, der har veludviklet synssans. Det skyldes, at et øje med en rimelig opløsning kræver et passende stort antal synsceller ("pixels"), og det kræver simpelthen en vis størrelse. Øjne kan derfor ikke være vilkårligt små. Vi regner med, at det netop er dette forhold, der bestemmer den mindst mulige størrelse af et fiskeæg og den nyklækkede larve.

På billedet ses en stor torskelarve på få mm, som har veludviklede øjne og jager ved hjælp af synet.

Foto: Erik Selander



Figuren viser vægten af æg eller afkom hos fisk af forskellig størrelse for bruskfisk (hajer og rokker, blå symboler) og benfisk ("almindelige fisk", røde symboler). Bemærk, at akserne er logaritmiske, dvs. at for hver streg 10-dobles vægten. De to linjer er vores models forudsigtelse af afkomets vægt hos de to typer fisk. Hajunger kan veje op imod 1 kg (svarende til  $10^3$ g), mens fiskeæg oftest vejer mindre end 1 mg.

Artiklen er oversat fra svensk af Thomas Klørboe.

### Videre læsning

Klassisk teori for afkomstørrelse: Smith, C. C. and Fretwell, S. D. (1974). The Optimal Balance between Size and Number of Offspring. *The American Naturalist*, 108(962):499:506.

Mere specielt for fisk: Jørgensen, C., Auer, S. K., and Reznick, D. N. (2011). A model for optimal offspring size in fish, including live-bearing and parental effects. *The American naturalist*, 177(5):E119:E35.

### Konkurrence:

Falster, D. S., Moles, A. T., and Westoby, M. (2008). A general model for the scaling of offspring size and adult size. *The American naturalist*, 172(3):299:317.

Det er altså fordi, de små fiskelarver ikke konkurrerer direkte fra starten i livet, at det er fordelagtigt for benfisk at lægge små æg, som klækkes til små larver. Vi må omvendt forvente, at arter, der får afkom på ca. 1/100 af den voksnes størrelse, oplever konkurrence lige fra de bliver født eller klækket.

### Modeller forudsiger den optimale størrelse

Ved hjælp af relativt simple matematiske modeller af vækst og konkurrence og observationer af, hvordan dødeligheden varierer med størrelse i forskellige livsstadier, har vi kunnet forudsige den optimale størrelse af afkommet for fisk og bruskfisk. Og vores forudsigelser passer ganske godt med observationer af størrelsen på afkommet hos forskellige arter. Når vi kan forudsige den optimale størrelse med rimelig præcision, tyder det på, at konkurrencen mellem individer må være en vigtig faktor. Vores model peger således på, at forældre, som føder store unger eller lægger store æg, ikke alene skal tænke på afkomets overlevelse, men også på

konkurrencen mellem ungerne. Når så mange dyregrupper har afkom, hvis størrelse afhænger af de voksne dyrs vægt, tyder det på, at konkurrence i de helt unge livsstadier generelt spiller en ganske vigtig rolle i havet.

Når vi skal forstå og helst forudsige, hvordan fiskeri, klimaændringer og forurening påvirker livet i havet, er vi helt afhængige af en korrekt forståelse af de underliggende processer. Marine økosystemer underdrager sig ofte direkte observationer, og vi er derfor i udstrakt grad afhængige af matematiske modeller af interaktioner mellem organismer, når vi skal beskrive, hvordan de fungerer. Vi bruger både modellerne til at få en dybere indsigt i de fundamentale principper for, hvordan arterne vekselvirker med hinanden, og vi bruger dem til at forudsige effekter af miljøpåvirkning. Selvom de matematiske modeller kun kan forklare en lille del af den variation, vi observerer i havet, peger vores resultater på, at konkurrence kan være en væsentlig faktor, som derfor må undersøges nærmere. ■