

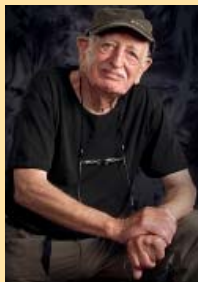
# DEN EKSPERI- MENTELLE BIOLOGIS FADER



Foto: Shutterstock

Schweizeren Abraham Trembley var med sine banebrydende eksperimenter med ferskvandspolypen Hydra i 1740'erne med til at grundlægge biologien som eksperimentel disciplin.

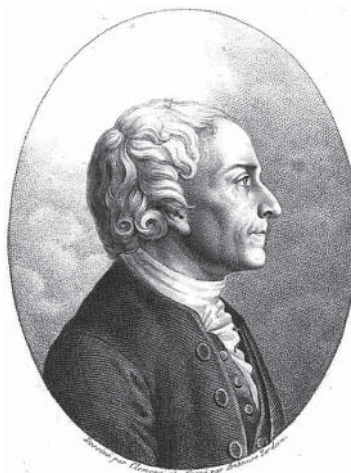
Forfatter



Bent Lauge Madsen er mag. scient.(1968) i ferskvandsbiologi. Han arbejder med vandløb og deres smådyrs tilpasning til bl.a. strømmen. bent@laugemadsen.dk

**H**vad bananfluen har været for arvelighedsforskerne, har ferskvandspolypen Hydra været for de zoologer, som ville forstå, hvordan levende væsener udvikles og fungerer: »Opstod et zoologisk problem, der skulle prøves, atter og atter lød spørgsmålet: Hvad siger Hydra,« skrev den danske ferskvandsbiolog, Carl Wesenberg Lund i sin bog, *Fra Sø og Å* fra 1922.

At *Hydra* er blevet et af de ferske vandes mest berømte smådyr, kan vi takke den schweiziske matemati-



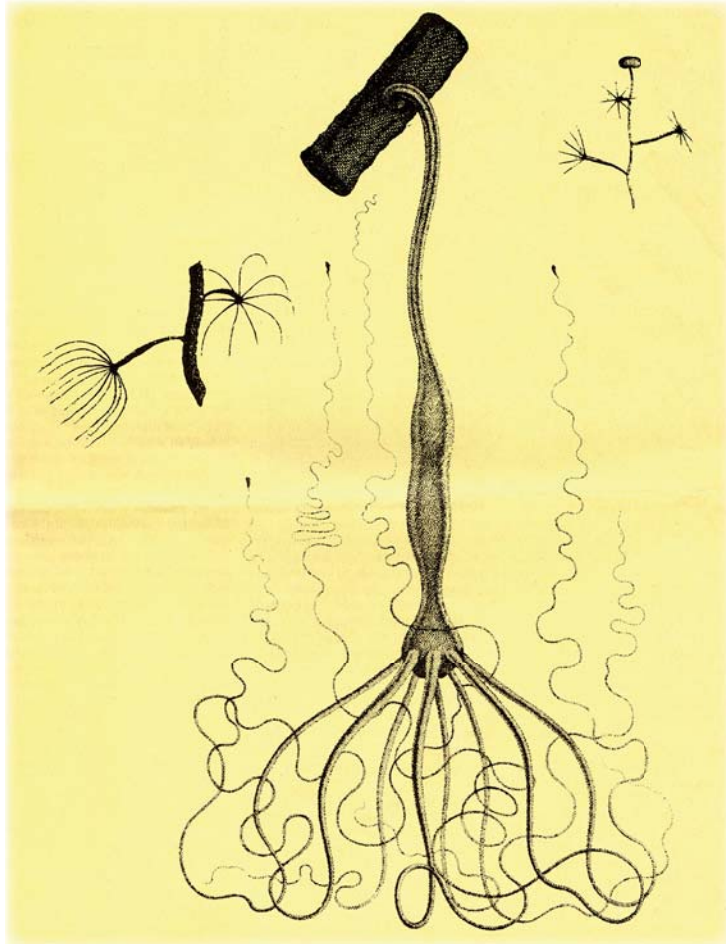
ker Abraham Trembley (1710 -1784) for. Hans grundige og spændende undersøgelser er med Wesenberg-Lunds ord, »... nedlagt i et af

disse gammeldags værker, som bærer oppe og gennemføres på basis af følelser og tanker, som vor tid knap nok ved fuldtud at vurdere, og som vor tid derfor heller ikke kan frembringe.« Værket kom i en fransk udgave 1744 med den oversatte titel: "Beretninger om naturhistorien hos en slags ferskvandspolypner med arme der ligner horn." Trembley havde dog løbende delt sine resultater med den franske videnskabsmand Reaumur (1683-1757), som sørgede for, at de kom ud i bredere kredse. Det forlyder, at *Hydra*, næst efter den nye elektrici-

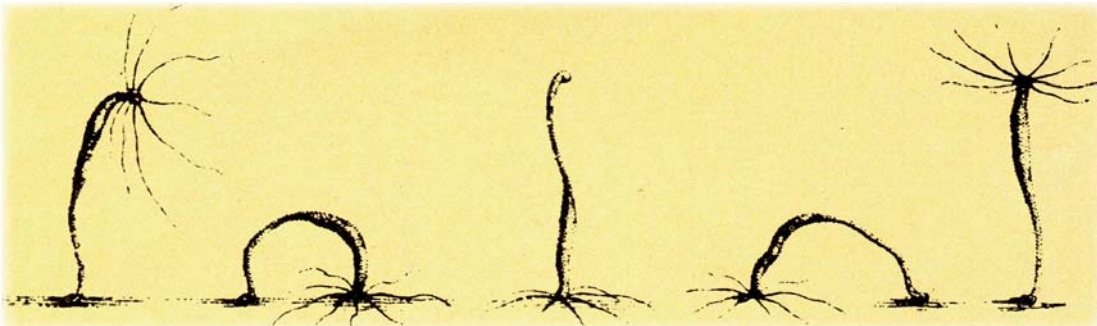


Trembley demonstrerer for sine to elever, hvordan man kan vende vrangen ud på en hydra.

Trembleys "tredje art af dyret, som har arme der ligner horn". Efter Linnaeus skabte sin binomiale navnesystem blev arten (1766) døbt *Hydra oligactis*, på dansk "den stilkede Hydra". Alle Trembleys tegninger er lavet Pieter Lyonet (1707-1789), en dengang kendt, hollandsk tegner og gravør.



Hydra kan flytte sig på kolbøttevis.



tet, var det mest diskuterede emne i de franske saloner på den tid.

Trembley var huslærer for den hollandske greve William Bentincks to drenge fra 1740-1744. På grevens sommerresidens uden for Haag var der havedamme med et væld af småvæsener. Trembley koncentrerede sig næsten udelukkende om at studere hydraer. Overalt i skolestuen var de i skåle og glas. Meget opdagede Trembley ved at kigge gennem en lup, men de fine detaljer så han gennem et "simpelt mikroskop", som dog ikke var så simpelt endda.

### Plante eller dyr?

*Hydra* sidder fast på underlaget som en plante, og i hvert fald en af dem (*H. viridis*) er grøn. Det tyder på, at de er planter. At de bevægede "hornene", som armene blev kaldt dengang, rokkede ikke ved den mening, for det kunne jo skyldes, at vandet bevægede sig. Når Trembley svingede glasset rundt, svajede de som træer i vinden. Men så opdagede han, at de ofte trak "hornene" ind i kroppen, så de forsvandt. Og når vandet blev roligt igen, kom de atter frem. Sådan gør planter ikke. Han kom tættere på

svaret, da han så, at hele organismen kunne flytte sig i en slags kolbøtter. De havde altså ikke rødder som planter.

Han så også, at de fangede små dyr, som endte i hydraens indre. Det gør planter, ud over soldug, normalt ikke. En af hans tegninger viser en meget trind og tyk hydra proppet fuld af dafnier. De er altså meget fleksible, hvilket gjorde hans senere forsøg mulige.

Meget tydede således på, at hydra er et dyr, men det var endnu ikke

nok for Trembley: Hvis han kunne klippe en hydra midt over, og den kunne leve videre, så var den måske alligevel en plante? Som sagt så gjort, og om det forsøg skrev Wessenberg-Lund: »Det var på en måde en af zoologiens mærkedage, da Trembley 25. november 1740 delte en Hydra to dele: Ca 14 dage senere havde han to hydraer for én.« Det ændrede dog ikke hans opfattelse af, at *Hydra* var et dyr. Men det ændrede hans og andres opfattelse af, hvad et dyr som *Hydra* kan – og kan bruges til!

### Et mangehovedet uhyre

I andre forsøg opdagede Trembley, at *Hydra* kunne opfatte lys, uanset at han ikke kunne se øjne på dem. Han lukkede et glas, hvor *hydraer* var jævnt fordelt, inde i en lille papkasse, hvor der i den ene side var klippet et lille vindue. Snart var alle individer flyttet hen i lyset fra vinduet. Og når han drejede papkassen, flyttede de sig efter lyset. Eftertiden har vist,



Navnet *hydra* kommer fra den græske mytologi, hvor *Hydra* var et kvindeligt, mangehovedet søuhyre, som blev dræbt af helten Herkules. Maleri af Gustave Moreau 1861 med titlen Herkules og hydraen fra Lerna.

flere gange, fik han frembragt et "mangehovedet uhyre", en "*Hydra*". Det navn brugte den svenske læge og naturforsker Carl Linnaeus senere som slægtsnavnet for friskvandspolypperne.

Trembley lavede også verdens første kendte transplantation: Med fingersnilde fik han proppet en hydra ned i en anden. De voksede sammen og fungerede som én organisme. I starten måtte han dog binde dem sammen med et andet af hans remedier: En svinebørste.

### Sokken vendes

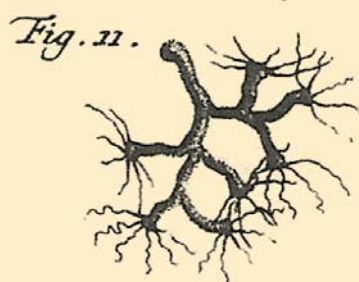
Det forsøg, man først og fremmest forbinder med Trembley, er det, hvor han byttede om på de to lag celler (den ydre

at vel har *Hydra* ikke øjne, men de indeholder molekylet opsin, der er det lysfølsomme stof i øjne.

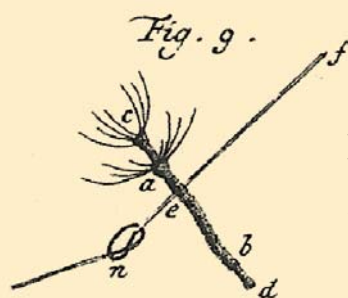
Når han flækkede hovedenden på en *hydra* voksede de to halvdele ud til hvert sit hoved. Ved at gøre det

"ektoderm" og den indre "endoderm"), som *Hydra* består af.

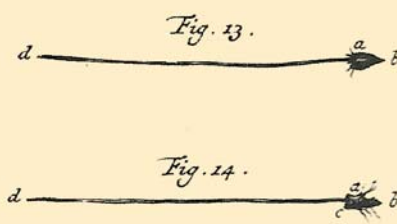
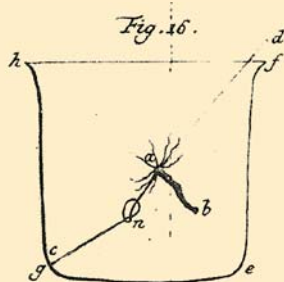
Han havde med farvet føde, fx røde mider og sorte igler, fulgt hvordan føden vandrer i *hydraen*. Han gjorde meget ud af at forklare, at det ikke



Trembleys manipulerede "mangehovedede uhyre", som han døbte *Hydra*.



En af Trembleys mange vellykkede transplantationer. En *Hydra* (c-d) er trukket igennem en anden *Hydra* (a-b): De er holdt midlertidigt fast af svinebørsten n-f.



Trembleys berømteste forsøg: "Fig 13": En svinebørste (a) stikkes ind i en *Hydra*. "Fig. 14": *Hydra* indersiden krænges med blide fingerstrøg forsigtigt ud over ydersiden. "Fig. 16": En svinebørste (c-d) er stukket igennem *Hydra*, så den ikke kan krænge sig tilbage igen.

kun var maveindholdet, som skinnede igennem *“ligesom indholdet i en flaske”*. Han havde set farverne inde i cellerne, hvor de var synlige i op til 15 dage. Han så aldrig hydraen optage føde fra ydersiden, og det til trods for, at de to sider lignede hinanden. For andre end Trembley ville resten være spekulation, men han spurgte hydraen: *“Hvis nu vi vender din inderside ud, som man vender vrangen ud af en sok, så må det vel vise sig, om din oprindelige yderside også kan optage føde?”*

Som sagt så gjort. Bevæbned med en svinebørste prøvede han at skubbe hydraens fod meget langsomt ind i maven, indtil den kom ud gennem munden. Forståeligt nok var hydraen ikke særlig samarbejdsvillig og lukkede munden under den behandling. Men det løste Trembley ved at fodre den med en stor, fed rød dansemyggelarve. Inden den var fordøjet, lagde Trembley hydraen, omgivet af lidt vand, i sin hule venstre hånd: Her blev den masseret med blide penselstrøg, så myggelarven blev

skubbet tilbage mod munden, indtil den stak et stykke uden for. Så var munden åben. Nu lagde Trembley hydraen op på hånddryggen og skubbede med svinebørsten foden op gennem maven og videre ud, indtil hydraen var “omvendt”. For at få svinebørsten ud igen, lagde han hydraen i vand, og så blev den, igen med blide penselstrøg, skubbet fri af børsten.

### Cellerne flytter

Forsøget lykkedes ikke helt de første gange. Et problem var, at dyrerne, ikke overraskende, døde, eller at de kunne finde på at krænge sig tilbage igen. Derfor låste han dem fast med en tynd svinebørste. Nogle af dem begyndte at spise normalt i løbet af få dage. Trembleys konklusion var, at ydersiden, ektodermen, også kunne optage føde, når den blev “mave”. Denne konklusion holdt dog ikke: Den oprindelige ydersides celler (ektodermen) er meget forskellig fra indersidens (endodermen). Det så den tyske forsker Moritz Nussbaum (1850-1915) 150 år senere, da man havde fået meget bedre mikroskoper. Han

gentog Trembleys eksperiment og observerede, at ektoderm-cellerne en for en vandrede tilbage til ydersiden og endoderm-cellerne til indersiden.

Det ville nok ikke have kommet helt bag på Trembley. Han havde set, at den nye yderside snart kom til at ligne den gamle. Han havde studeret begge sider omhyggelig i mikroskopet, og i begge fandt han små korn, “granula”. De var ikke ens på de to sider, men han antog, at de begge havde noget med fødens optagelse og transport at gøre. Senere, da man fik bedre mikroskoper, så man, at kornene på ydersiden var nældeceller, en af naturens mest utrolige konstruktioner.

### Hvor blev sjælen af?

Trembleys eksperimenter begejstrede mange, men foruroligede flere. Religiøse og vitalistiske kredse diskuterede indædt, hvad der mon blev af sjælen, når man skar et levende dyr midt over, og der kom to levende dyr ud af det. Blev sjælen også skåret over, eller blev den kun overført til det ene individ?

## Trembleys mikroskop

Det, som de fleste forbinder med et mikroskop, er det “sammensatte” mikroskop: Et objektiv nær ved det, som skal studeres, og et okular ved øjet. De første sammensatte mikroskoper stammer fra starten af 1600-tallet, og de blev forbedret mekanisk og æstetisk gennem de følgende århundreder. Men optikken stod i stampe. Det, man så, var uskarpt og sløret, omgivet af farvede rande. Problemet med de farvede rande havde man også i astronomernes første kikkerter. Men 1730 kom kikkerterne et skridt fremad med objektiver af to slags glas med forskellig brydning. De farvede rande forsvandt næsten, deraf navnet: Akromatisk objektiv. Mikroskoperne måtte vente på den slags endnu et århundrede.

Trembley og andre, der studerede biologiens mindste skabninger, brugte et mikroskop med kun én linse, det “simple” mikroskop. Én linse giver mindre farvespredning end de to (eller flere) linser i det sammensatte mikroskop. I to århundreder var det biologernes foretrukne. Fx havde Darwin og Linnaeus det med på deres rejser, og Browne opdagede de “brownske bevægelser” gennem det simple mikroskop. Fidusen er, at linsen skal være meget lille, næsten kugleformet. Jo krummere linse, des mere forstørrelse. En af linsekunstens mestre var hollænderen Anton van Leeuwenhoek (1632–1723). En af hans fineste linser forstørrede 266 gange, med stor opløsning.



Trembleys mikroskop, omgivet af diverse ferskvandspolypper. Farverigt gengivet i 1766 af Ledermüller (1719-1769) efter den sort-hvide Lyonet-stregtegning i Trembleys værk.

**Videre læsning**

Trembley's originale værk: *Memoires pour servir a l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce, a bras en forme de cornes*. Leyden. Kan beskues på Det Kgl. Biblioteks læsesal.

Originalmanuskriptet er gengivet i: Lenhof SG and Lenhof HM 1986: *Hydra and the birth of experimental biology—1744*. Abraham Trembley's *Mémoires concerning the polyps*.

The Boxwood Press, Pacific Grove, CA  
Et velskrevet, kort resume af moderne Hydra-forskning er Gierer, A. 2012: *The Hydra model- a model for what?* *International Journal for developmental biology*, 56 s. 437-445.

Endnu værre var det, at hans forsøg blev starten på enden af det ældgamle dogme, at et individs form-skabelon lå fiks og færdig (præformeret) inde i ægget eller sædcellen. Der var dem, der mente at kunne se en lille bitte mand ligge inde en spermatozo. Med Trembleys forsøg og Reaumurs store opbakning vandt "de novo"-begrebet fodfæste: Et individ starter forfra fra en samling molekyler.

Trembley viste ved sine kirurgiske indgreb hydra-cellerne meget store fleksibilitet. Konklusionen kan ikke beskrives mere rammende end med Wesenberg-Lunds ord: *»I dette materiale raader ferskvandspolyp- perne over en reservehær af celler, en uvurderlig samfundshjælp, som der aldrig er vrøvl med, som ingen mukker over, når den skal træde i funktion, og som ikke er forudbestemt til hvad.«*

### Den eksperimentelle biologis fader

Siden Trembleys dage har *Hydra* været i centrum i forskningen om, hvordan individer udvikles fra grunden. Den "embryologiske induktion"



Hydra er almindelig på fx gamle grene i damme og vandløb. Foto: Klaus yde.

blev opdaget i *Hydra*. To gange om året holdes en Hydra-konference ved Starnberg-søen i Bayern, og her er Trembley ikke glemt. Forskerne vedkender sig arven fra deres fags grundlægger.

Men hans eftermæle er mere end nogle banebrydende resultater, århundreder forud for sin tid. Han definerede og demonstrerede en videnskabelig arbejdsform, formodentlig udsprunget af hans uddannelse i matematik. Hans råd er såre aktuelle for nutidens biologiske videnskaber. Han byggede ikke på

spekulation og forudfattede meninger, men på observerbare fakta. *»Naturen må forklares af naturen, ikke af vore egne meninger,«* har han skrevet. Eksperimenterne var de spørgsmål, han stillede naturen. Så måtte han lytte til svaret. Han kaldes med rette den eksperimentelle biologis fader.

Trembley lavede ikke lange "bio-diversitetslister" af småkræene i havedammene. Han beskrev processer frem for strukturer. Han opfordrede til, at hans resultater blev gentaget, og be- eller afkræftet af andre. For at hjælpe dem i gang forklarede han meget detaljeret, hvordan han kom frem til sine resultater. Læserne skal kunne gennemskue, hvordan han havde nået til konklusionerne og selv bedømme, om de er holdbare. Hvis ikke resultaterne kan gentages, så må de forkastes. Han sagde også, at man ikke skal miste modet, hvis et forsøg mislykkes, men prøve igen. Det er også godt at gentage heldige eksperimenter, føjede han til. Alt, der er muligt at se, er endnu ikke opdaget og kan ofte ikke opdages ved første forsøg. ■

# ANNONCE