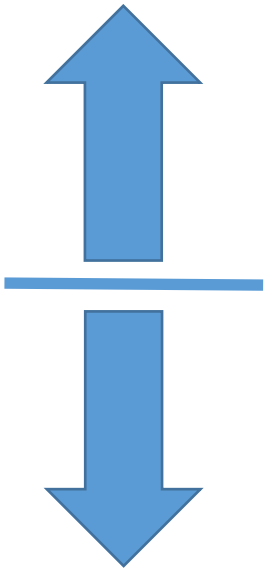


# Fiskars anatomi och fysiologi kopplat till odlingsmiljön



[anders.kiessling@slu.se](mailto:anders.kiessling@slu.se)





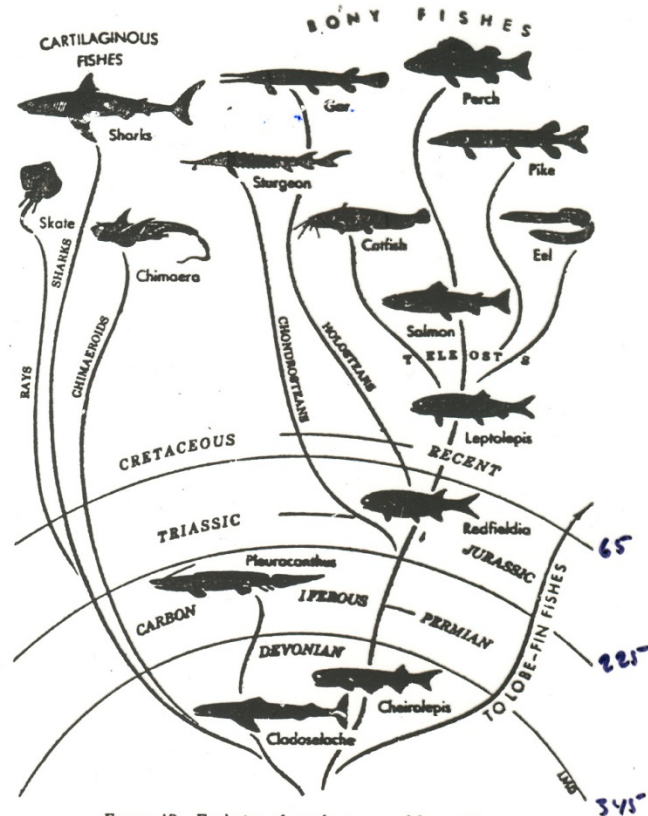


FIGURE 19. Evolution of cartilaginous and bony fishes.

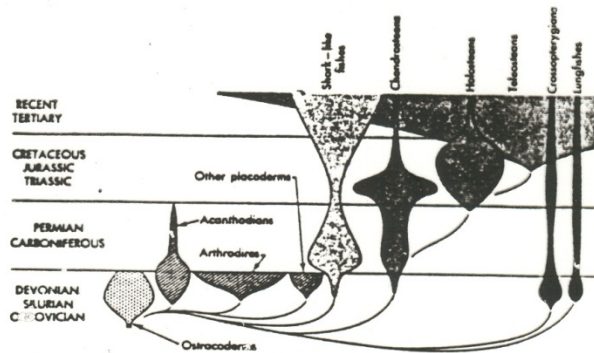
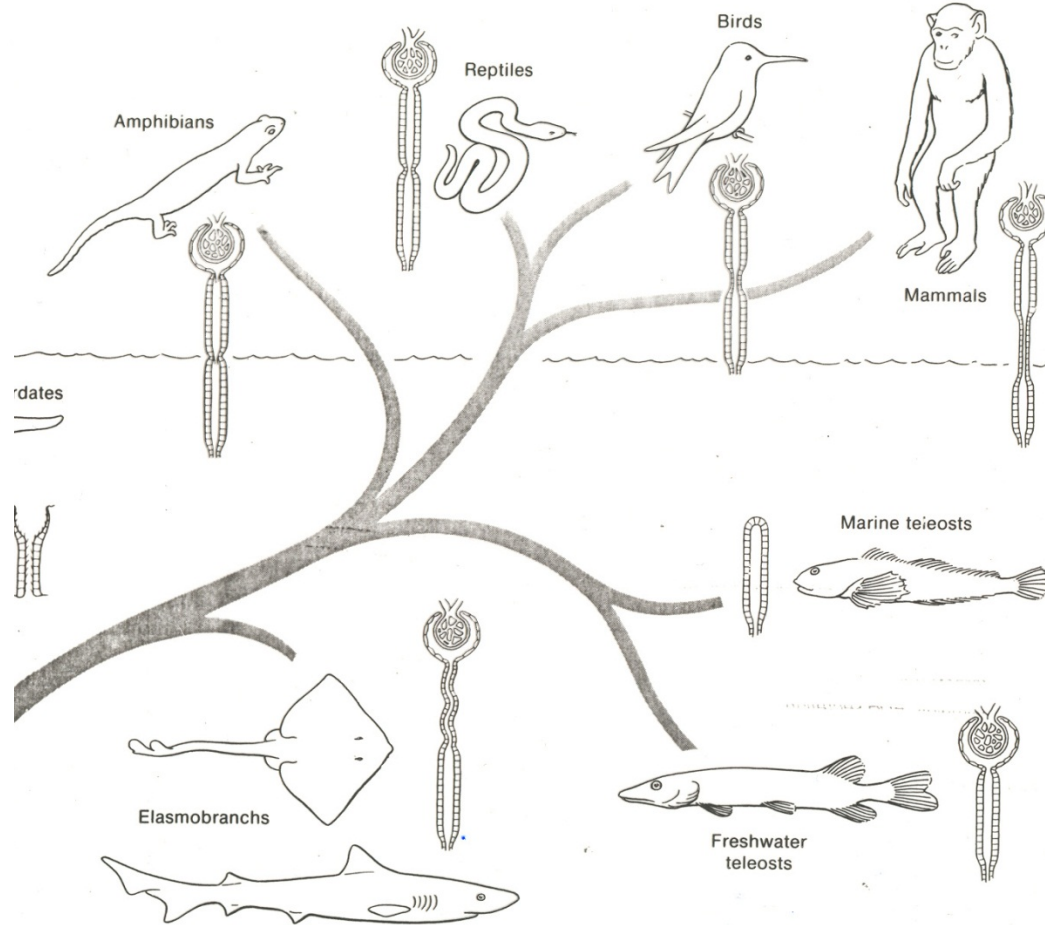


FIGURE 20. Range and relative abundance of fishes through geologic time.

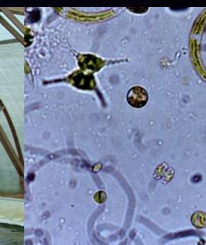
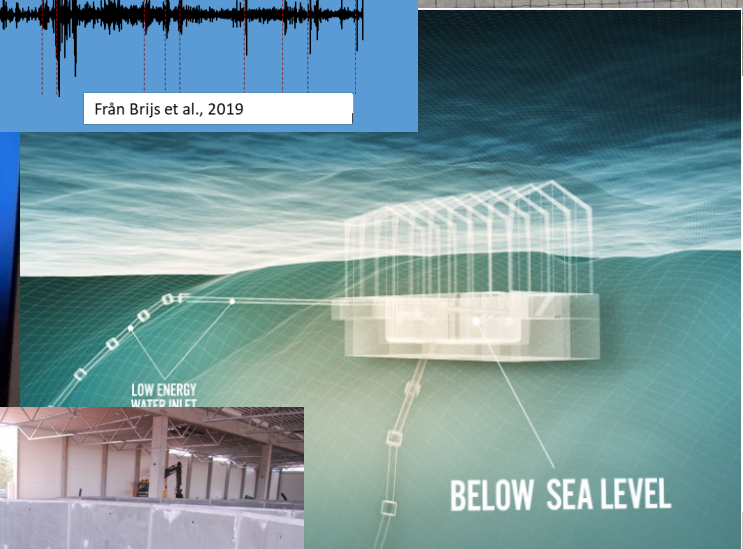
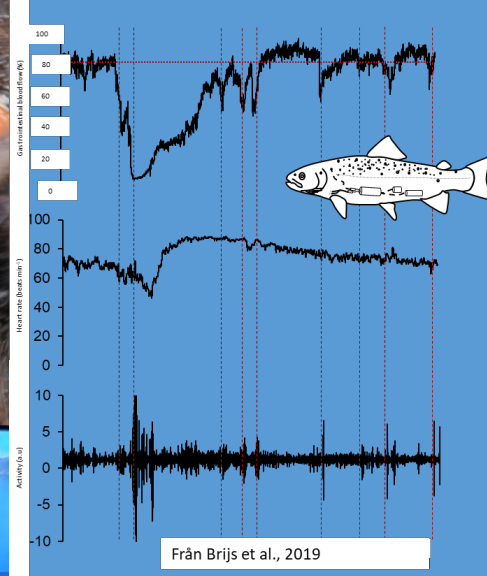


12-34 Simplified outline of vertebrate renal phylogeny. (See text.) [Smith, 1939.]

>25.000 arter.

Genetisk hologi = Carp-rainbow as carp-human

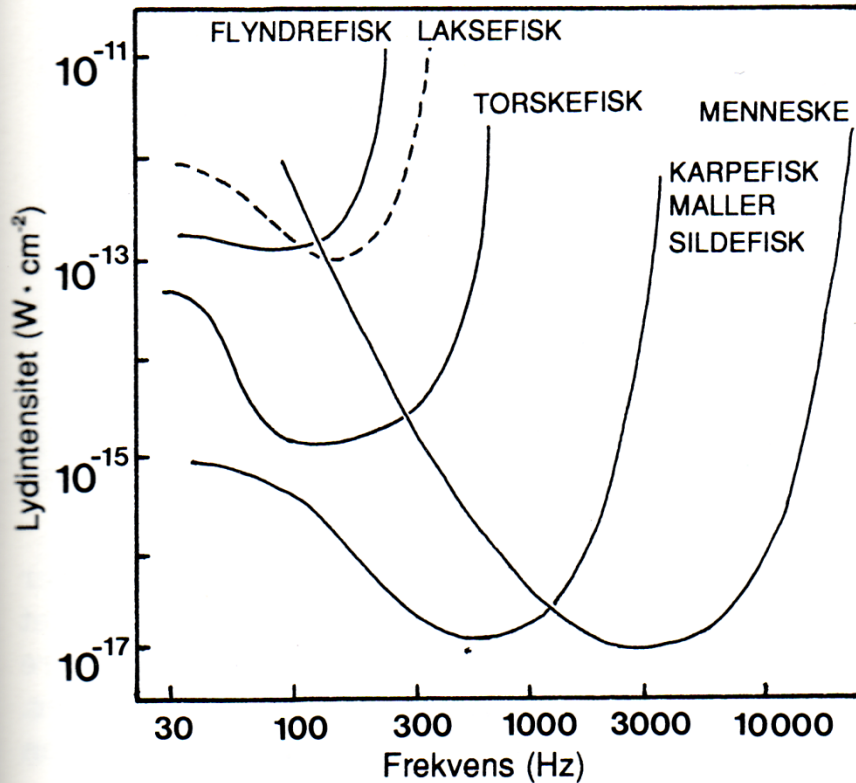




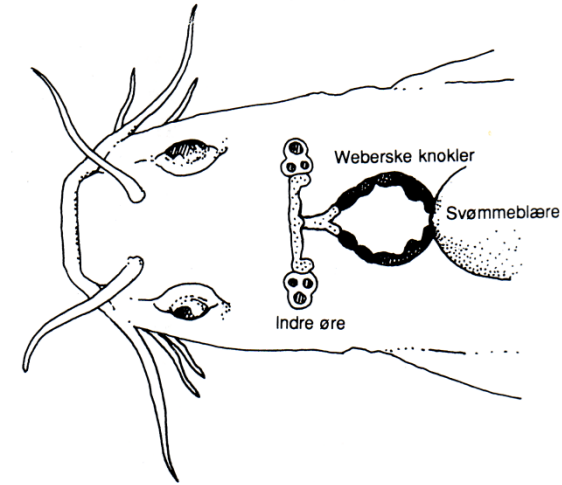


Vad kan jag tänka på i det dagliga arbetet – en fiskforskares funderingar

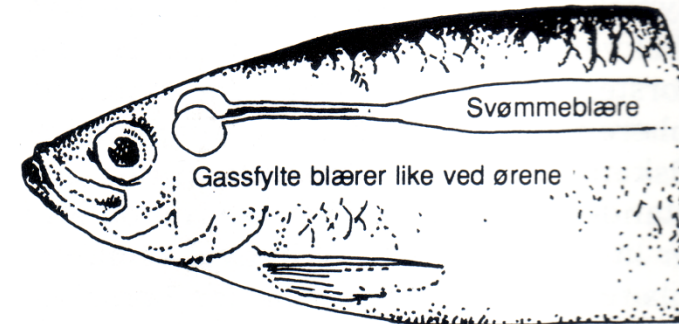
- **Hantering av fisk**
  - Sinnena (hörsel, vibration, syn)
  - Skinn (mekanisk påverkan – smitta)
  - Gälar (som känslig struktur)
  - Fiskens paradox:
    - gas, jonutbyte, fenor i förhållande till temperatur och stress/simaktivitet
- Täthet x Vattenkvalitet = Biologisk utmaning
- Kan stress påverkas, vaccinering ett exempel
- Fiskens utfodring och välmående



**Fig. 3.8** Audiogrammer for forskjellige fiskearter og mennesket. Legg merke til at alle fiskene hører bedre enn oss for de laveste frekvensene, mens vi kan høre langt høyere lydfrekvenser enn noen fisk.



**Fig. 3.9** Hos karpefisk og maller er svømmeblæren forbundet med det indre øret via de Weberske knoklene. Dette sikrer en effektiv overføring av de forsterkede vibrasjonene av svømmeblærens overflate til øret. Hos disse artene er de to ørene forbundet med et væskefylt kanalsystem.



**Fig. 3.10** Hos sildefisk går forreste del av svømmeblæren over i et par tynne rør som ender i gassfylte blærer i kontakt med øret. De forsterkede pulseringene av disse blærene blir derfor direkte overført til ørene.

Vibrationer i luft – liten energi  
 Vibrationer i vatten – stor energi

- Sidolinjeorganet
- Lukt
- Smak

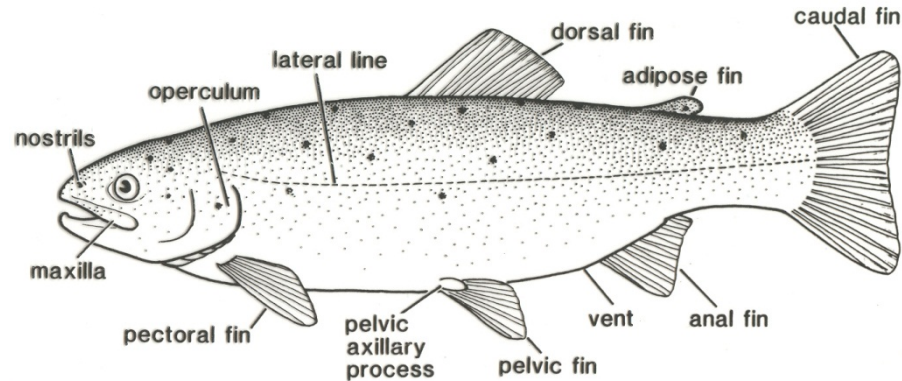


Fig. 2.1 — Diagram showing the external features of a trout. The pectoral and pelvic fins are paired fins.

Mycket känslig för nedbrutna matrester  
Såsom fria aminosyror, betain mm

Även feromoner. Vissa fiskarter har  
rädslo/varnings feromoner. Vissa kan  
känna igen syskon.

Sidolinjeorganet, som balanscellerna,  
reagerar på tryckvågor. Låg frekvens.

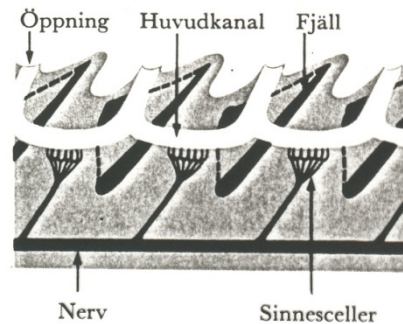
### Sidolinjens funktion

Sidolinjen är en synlig rad av små sinnenorgan, bestående av små, öppna rör som genomborrar fjällen och som är förbundna av en slemfylld kanal. Den löper längs kroppssidorna och bildar förgreningar på huvudet.



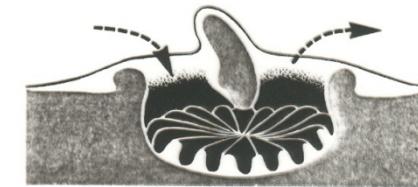
### Luktsinne och smak

Fiskarna har gott luktsinne. Framför ögonen ligger näsborrarna, som leder in till var sin luktgrop. Varje luktgrop är hos de flesta fiskar delad av ett hudveck i en inströmningsöppning och en utströmningsöppning, genom vilka vattnet passerar antingen passivt under simningen eller genom aktiv pumpning. Älen luktar sig fram till sitt byte och har ett par mycket



Vertikalt snitt genom sidolinjen

Experimentellt har man kunnat visa att fisken genom sidolinjen kan skaffa sig viktiga upplysningar om omgivningen. När fisken rör sig i vattnet är den omgiven av ett »mönster» av tryckvågor. Störs detta mönster av andra föremål (andra fiskar, fiender, sten etc.), påverkas sidolinjeorganen. De små tryckändringar som störningen framkallar i sidolinjens öppna rör registreras av nerverna, och budskapet dechiffreras i hjärnan, som automatiskt föranstaltar om riktning- och avståndsbedömning till föremålet. Man får föreställa sig att fisken konstant får en »bild» av sin närmaste omgivning genom sidolinjesystemet. Blinda fiskar – även ett rovdjur som gäddan – kan klara sig enbart med hjälp av sidolinjesinnet.



välutvecklade luktgropar, som kan uppfatta ner till några få molekyler av ett luktämne. Gäddan är mer beroende av synen, och dess luktsinne är svagt utvecklat.

Fisk kan känna igen andra fiskar på lukten. Skadade fiskar avger i en del fall »skräckstoff», som utlöser flyktreaktioner hos andra fiskar.

Smaksinnet är lokaliserat till munnen, men är också knutet till sinnesceller som finns på skäggtömmar, på huvudets undersida eller spridda på kroppen. Dessa sinnesceller reagerar inte på riktigt samma ämnen som luktorganen.



Rund lins då ingen luft-vattenbrytning.  
Jmf när fisken "ser upp" på land.



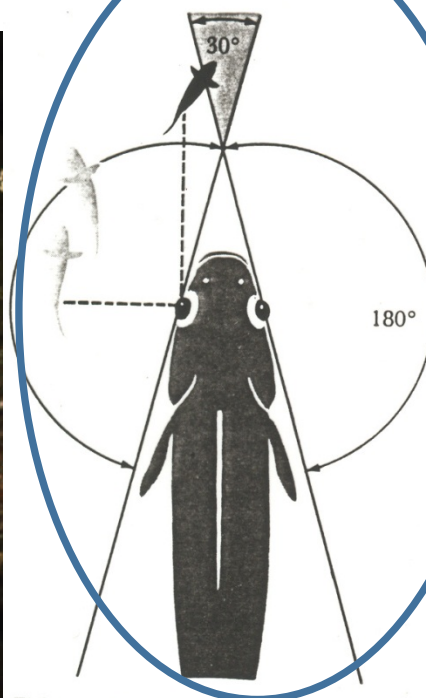
Inga ögonlock.



## Fiskarnas sinnen

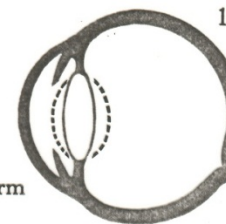
### Ljus och synförmåga

För de flesta fiskar spelar synsinnet en stor roll vid orienteringen. Fiskögat är stort och har en klotrund, hård lins. Hornhinnan medverkar inte vid ljusbrytningen som hos luftlevande ryggradsdjur; den har samma brytningsindex som vatten. För att ge ett stort synfält är linsen i gengäld placerad så att den når utanför pupillen, varigenom ljus från många vinklar kan nå den. Synfältet är för varje öga 160–170° horisontellt och omkring 150° i lodplanet. Bägge ögonen täcker en vinkel på

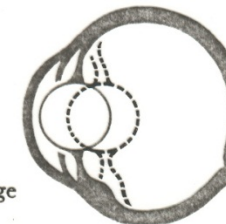


Fisken ser bäst framåt

Däggdjursöga:  
linsen ändrar form



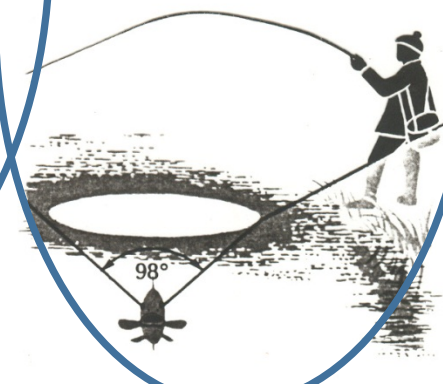
Fisköga:  
linsen ändrar läge



20–30° framåt. Föremål på mindre än en meters avstånd framför fisken kan ses skarpt. Speciella muskler kan flytta linsen närmare näthinnan, när ögat ackommoderar till seende på större avstånd.

När fisken ser uppåt genom vattnet, har den ett runt »fönster» på ca 98° rakt ovanför sig, genom vilket den kan se föremål på land eller i luften. Utanför detta område reflekteras ljuset i vattenytan och fisken ser en spegelbild av botten.

Fiskögat är byggt för att kunna utnyttja det jämförelsevis svaga ljus som tränger ner i vattnet. Det gäller särskilt fisk med nattlig aktivitet.



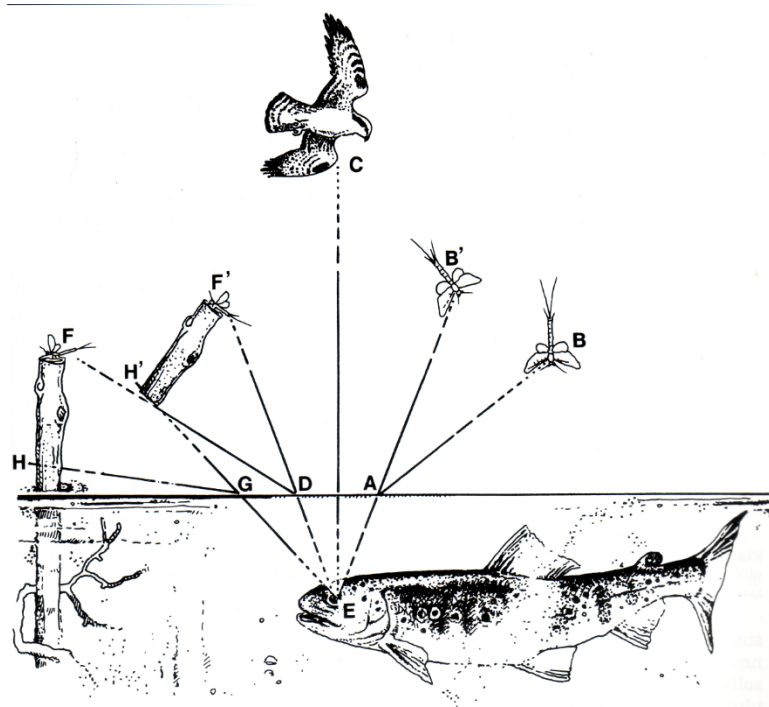


Fig. 3.24 Tegningen viser hvorledes lysbrytningen forvrenger bildet en fisk har av objekter over vannflaten. Objektene vil forflyttes fra B og F til B' og F'. Åpningen i vinduet som fisken ser, Snells vindu, er  $48.5^\circ \times 2$ .

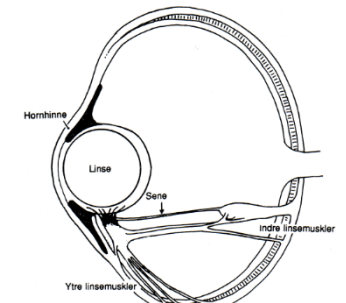
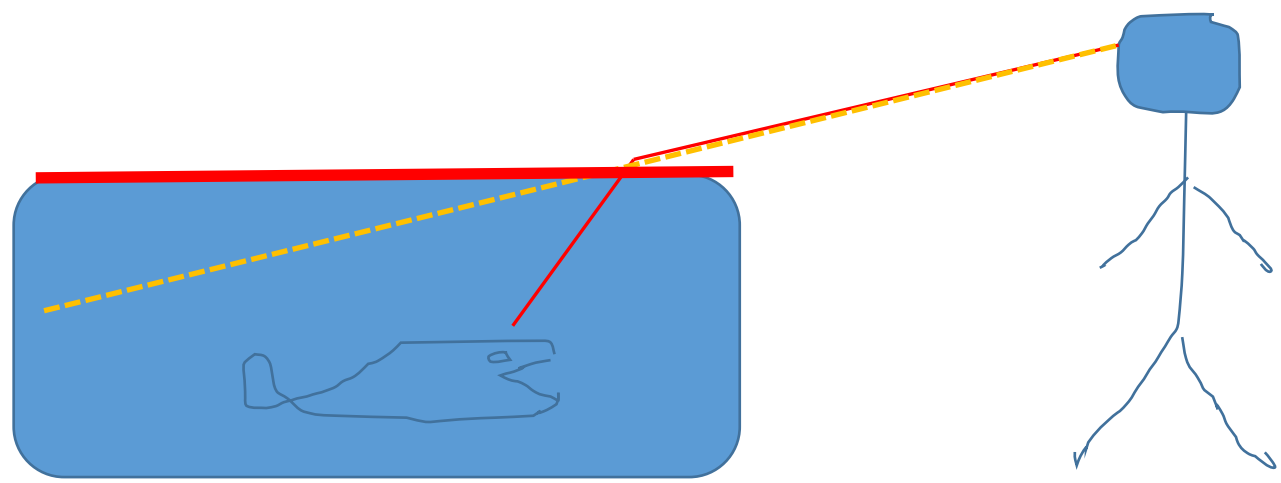


Fig. 3.29 Akkomodasjonsmuskler hos abbor sett fra siden. Linsemuskulene vil trekke linsen nedover og bakover.

Lock !!!!

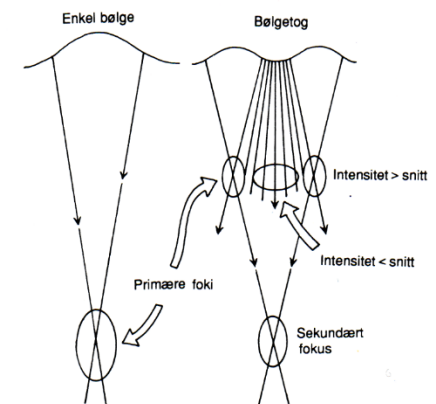


Fig. 3.22 Overflatebølgene bryter lyset som faller normalt på vannflaten og fokuserer det i ulike dyp med ulike amplituder og perioder.



# Huden

Varför är det så viktigt att aldrig ta hårt i en fisk eller med torr hand?

Samma gäller håv med grov maska eller knutar. Liksom skarpa kanter, ojämna ytor

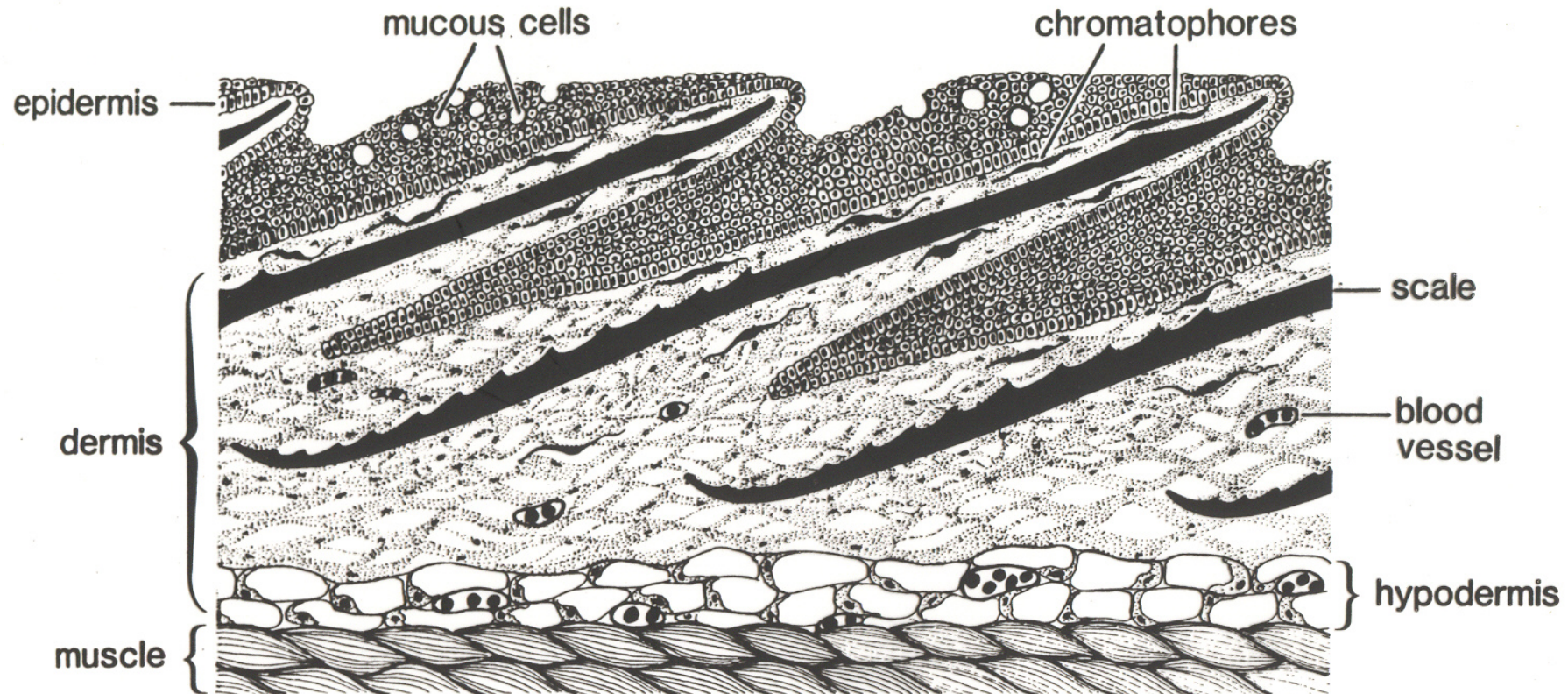
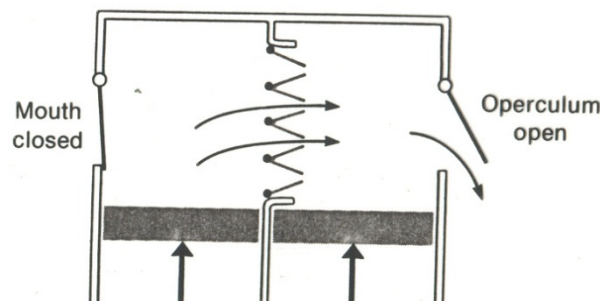
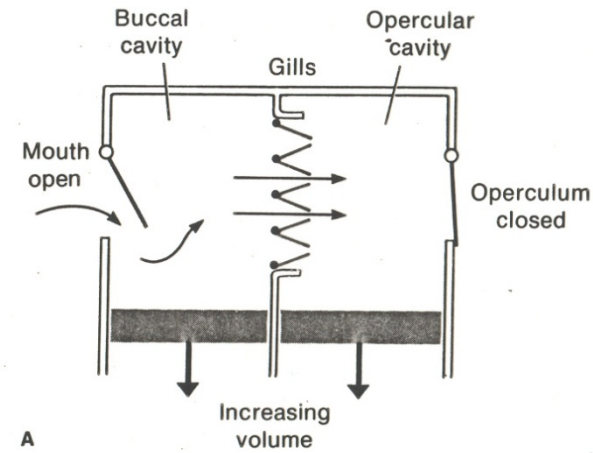
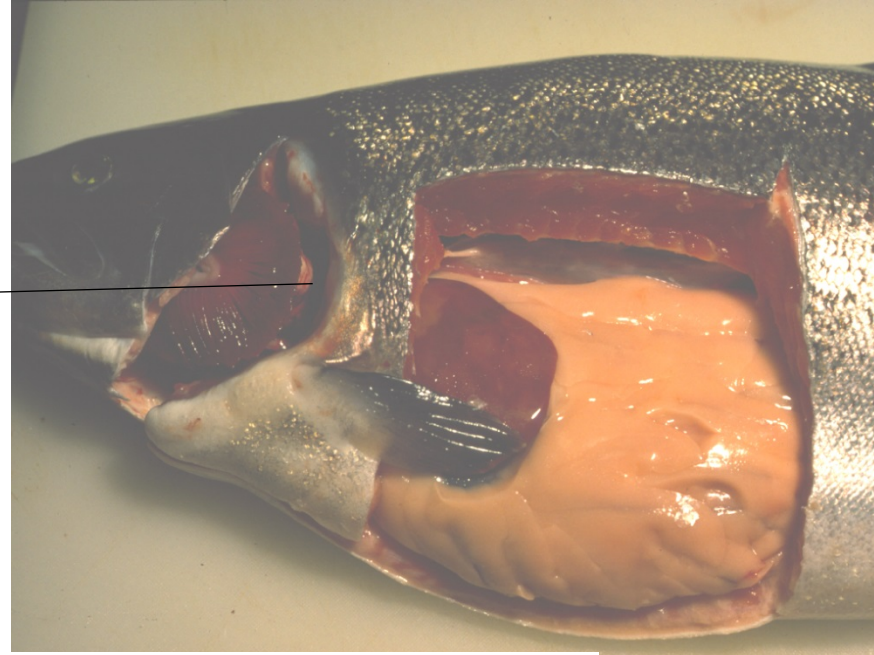


Fig. 2.2 — Diagram of a section through the skin. The scales lie beneath the epidermis in pockets in the dermis. Scales are therefore not superficial and loss of scales disrupts the integrity of the skin as a barrier against the external environment.



Struktur  
Gällocks  
deformation

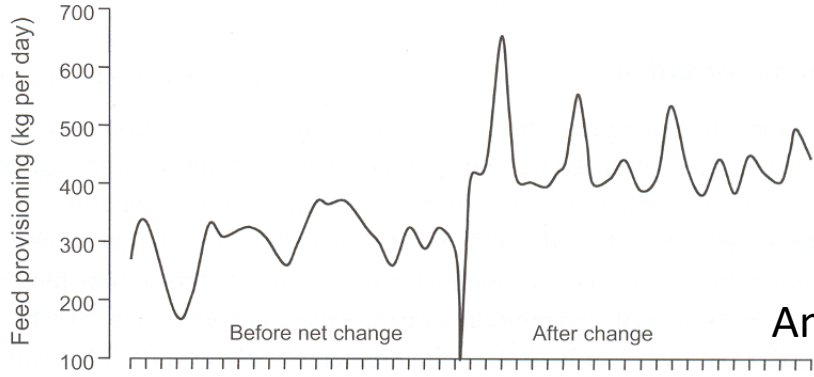
Gasutbyte ( $O_2/CO_2$ )  
versus  
Jon (mineral)/vattenreglering



Aktiv och  
passiv (ramventelation)  
Andning.

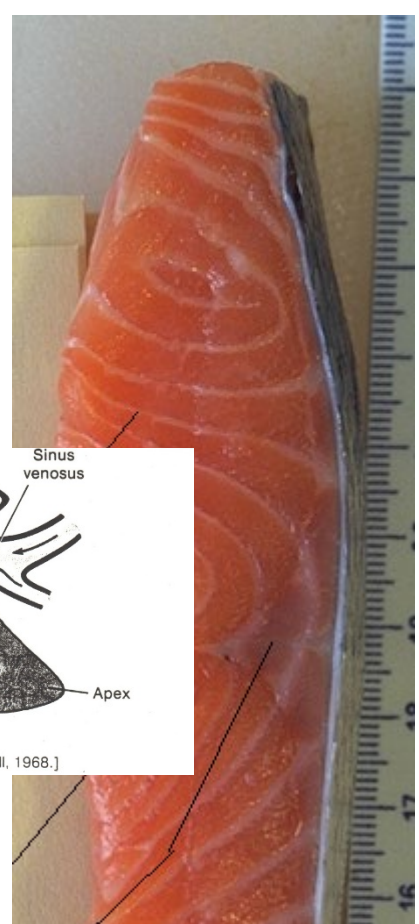
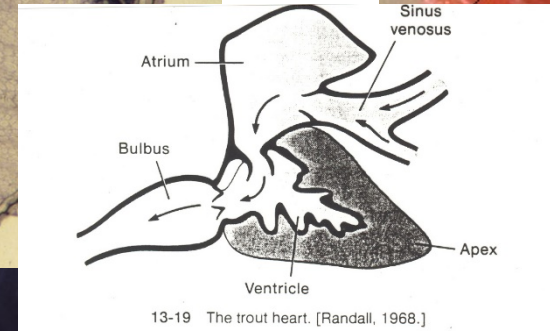
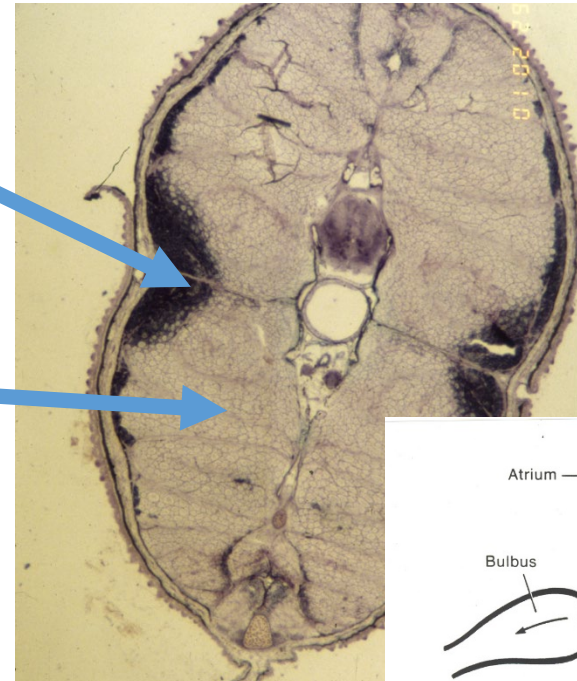




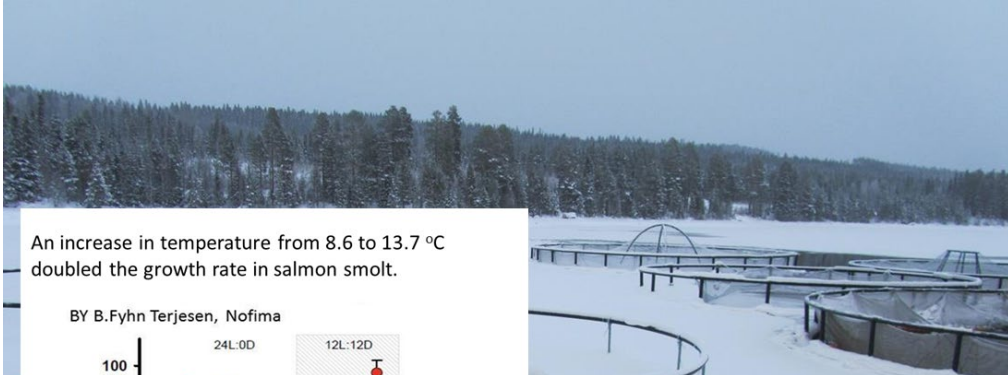


Använder fett

Använder socker



led cage net.  
Water tem-  
Aquasmart



An increase in temperature from 8.6 to 13.7 °C doubled the growth rate in salmon smolt.

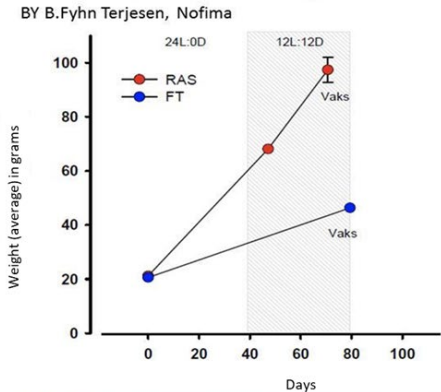


Photo A.Kiessling

Nu forskar vi också på det motsatta;  
Hur kan vi öka fiskens stresstålighet för varmare klimat

