

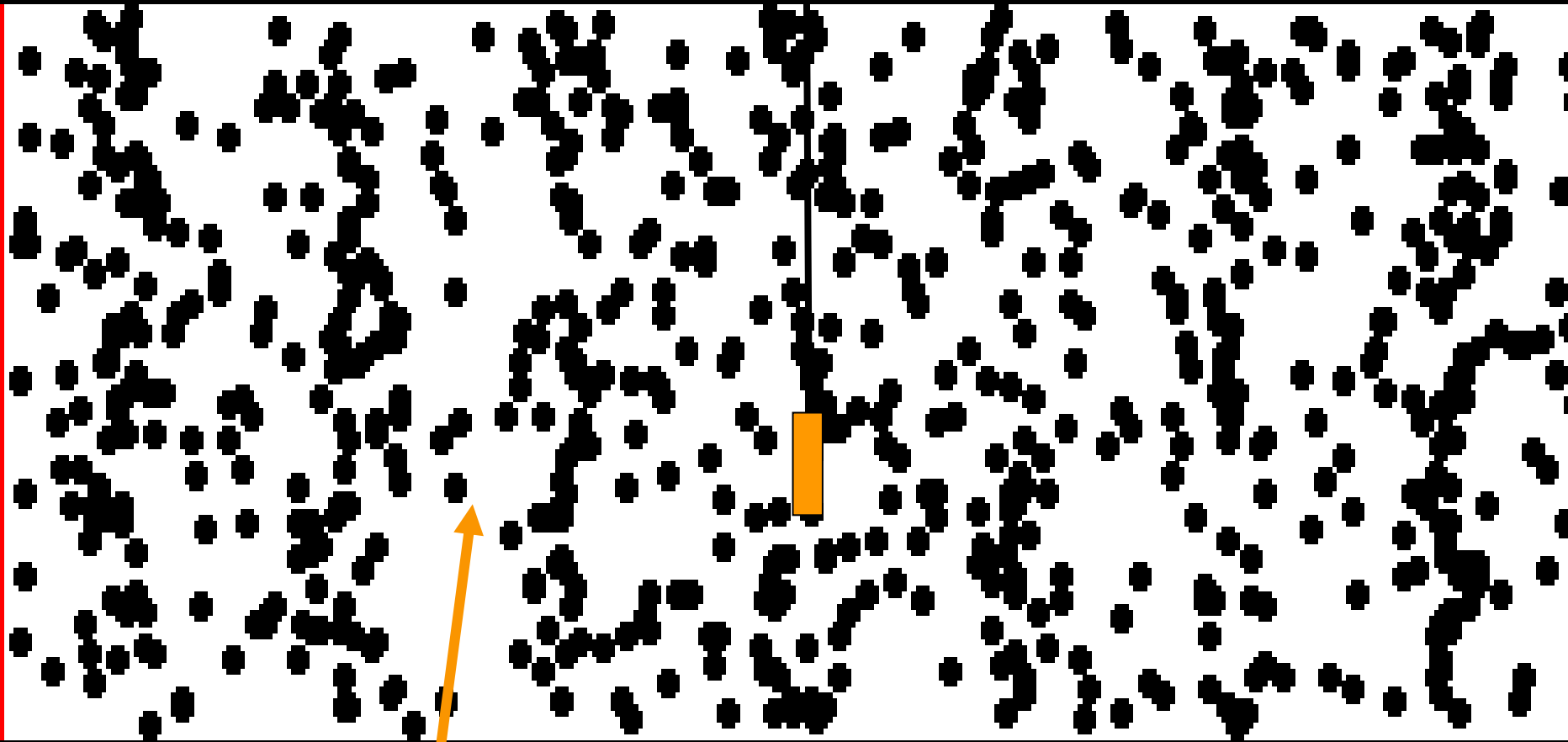
Hørsel og reaksjoner på lyd hos fisk

Hans Erik Karlsen
Universitetet i Oslo,
Biologisk stasjon Drøbak

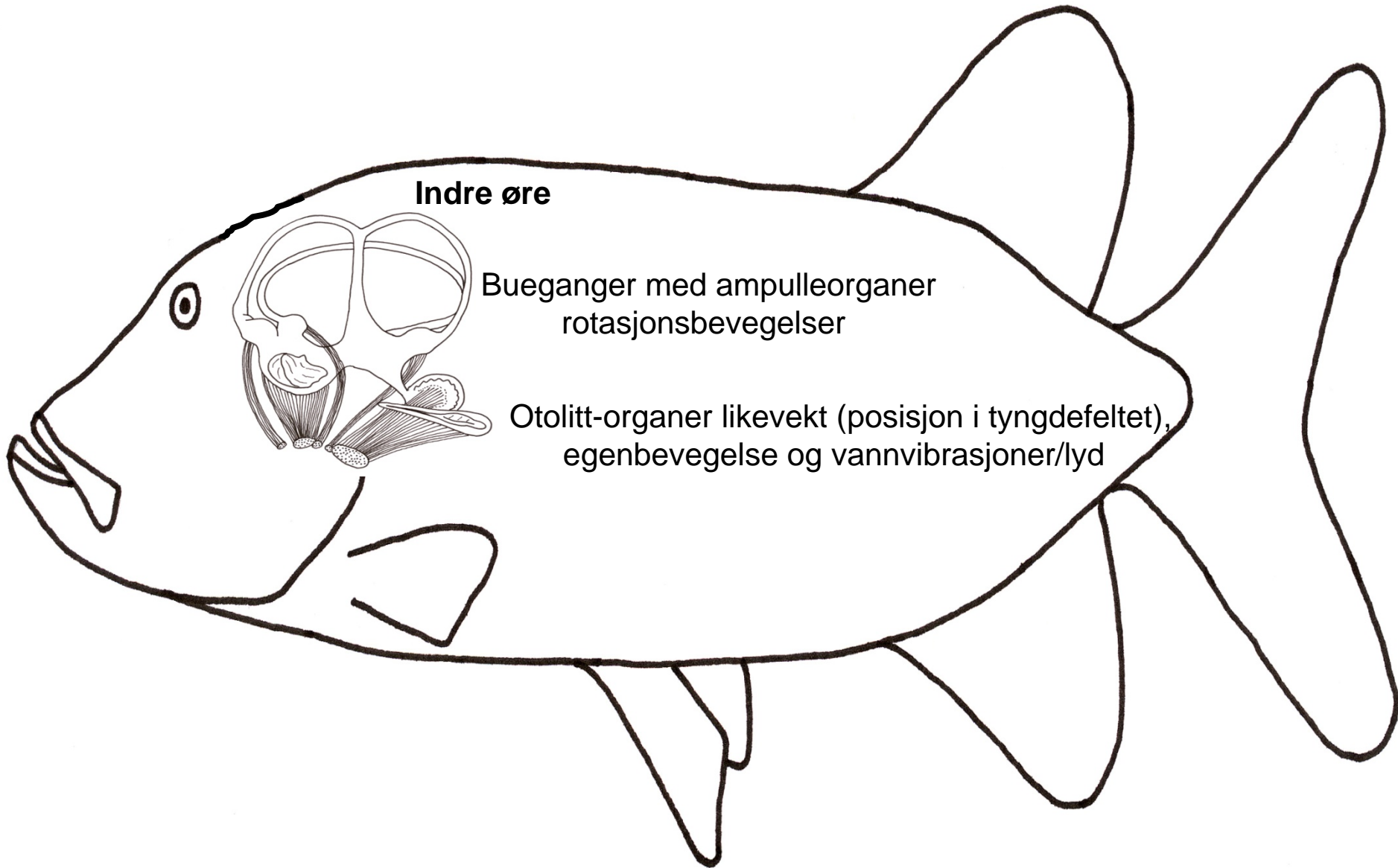
Lyd har to komponenter:

lydtrykk og partikkelbevegelse

Hydrofon for å måle trykkvariasjoner (tid)



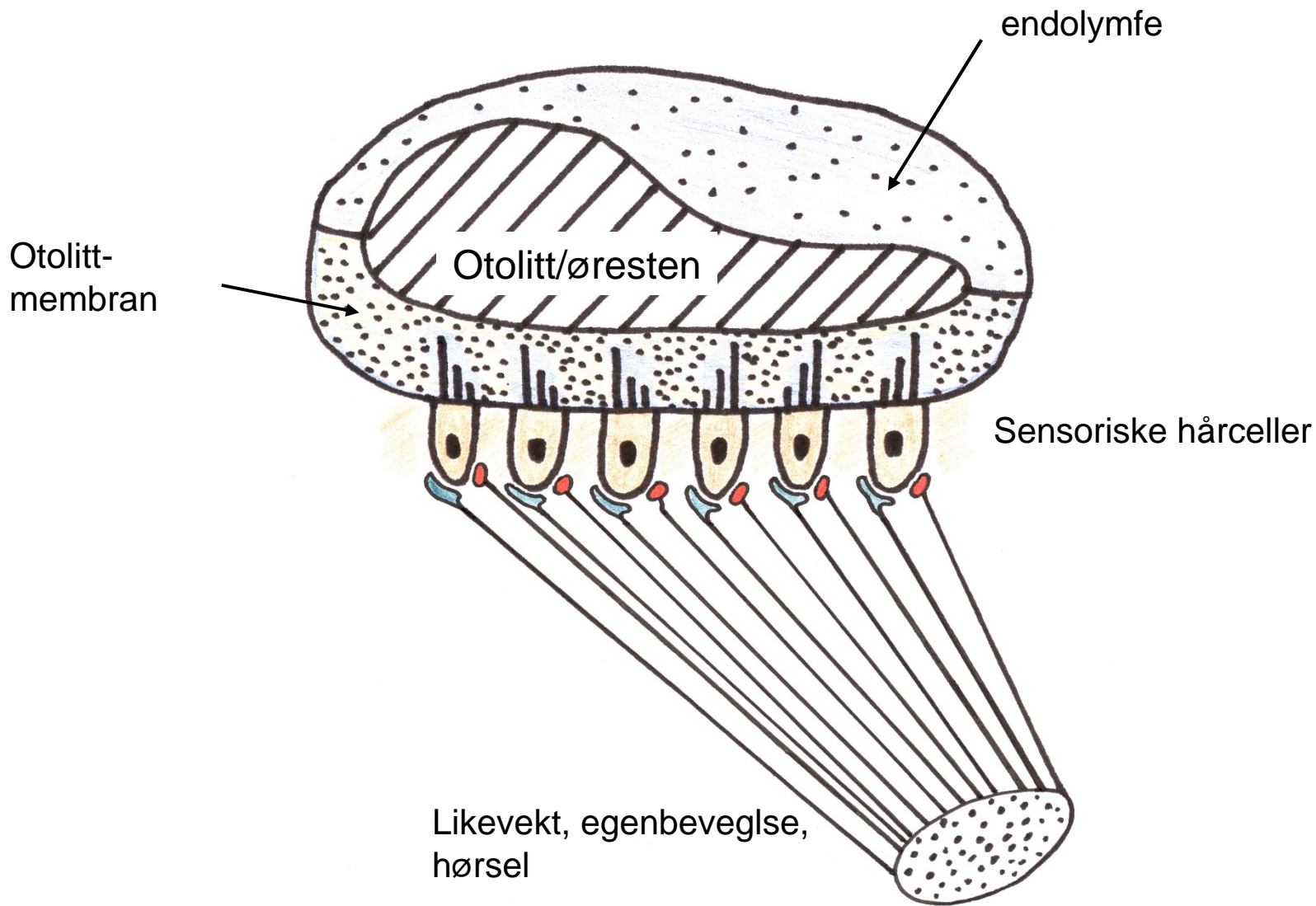
Aksellerometer og/eller hastighetsmålere med samme tetthet som vann for å måle partikkel/molekylbevegelse (tid)

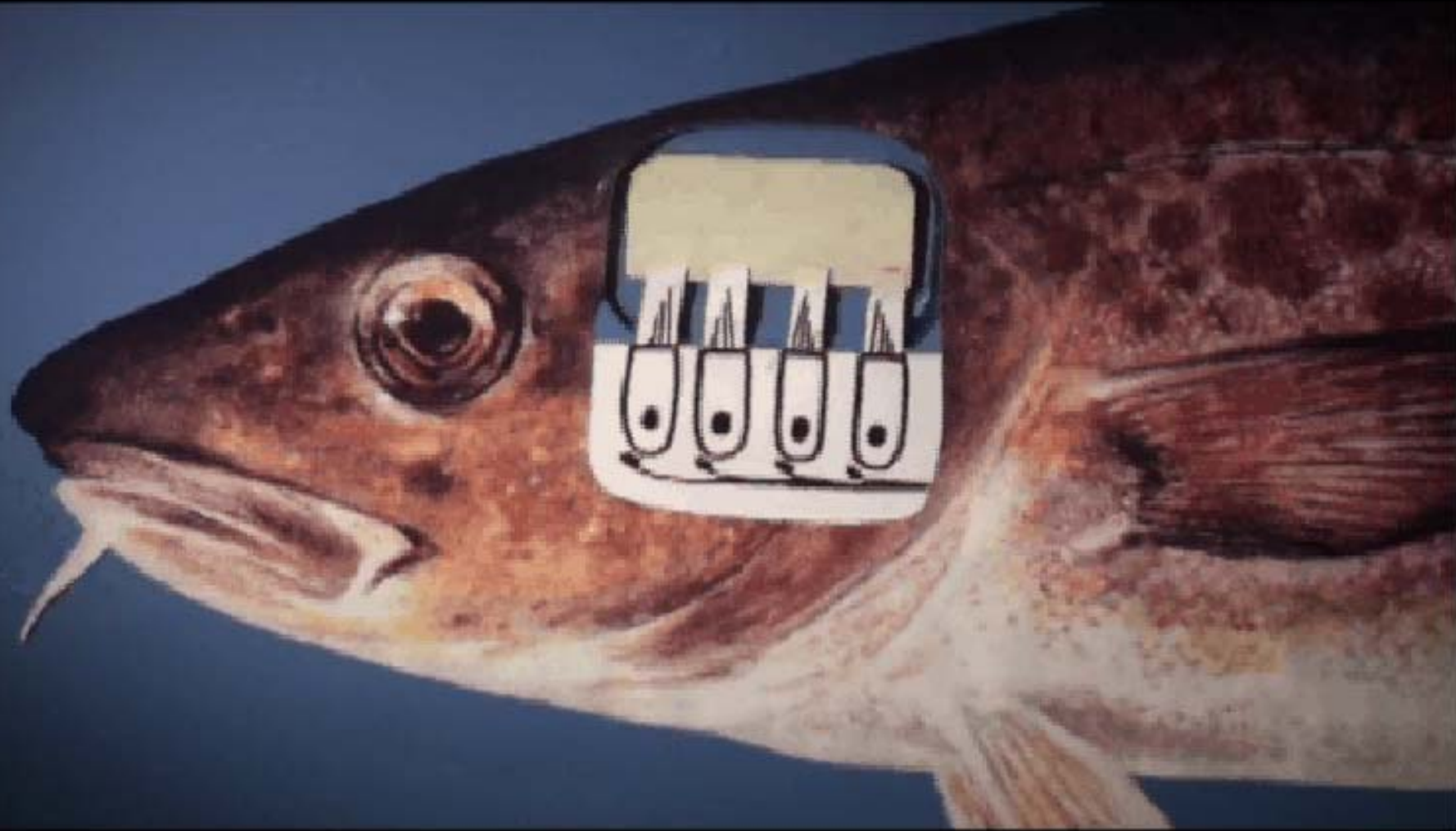


Indre øre

Bueganger med ampulleorganer
rotasjonsbevegelser

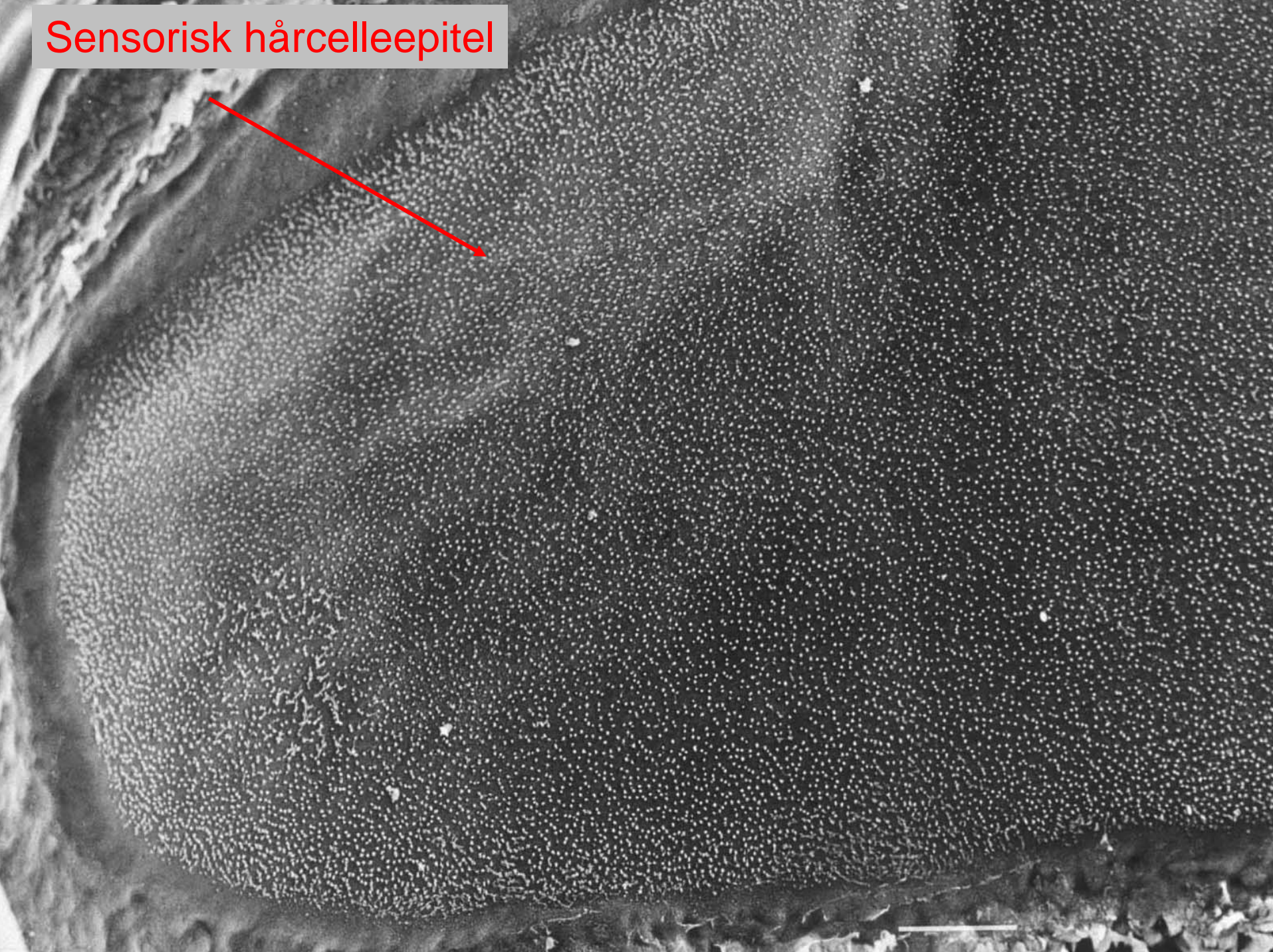
Otolitt-organer likevekt (posisjon i tyngdefeltet),
egenbevegelse og vannvibrasjoner/lyd

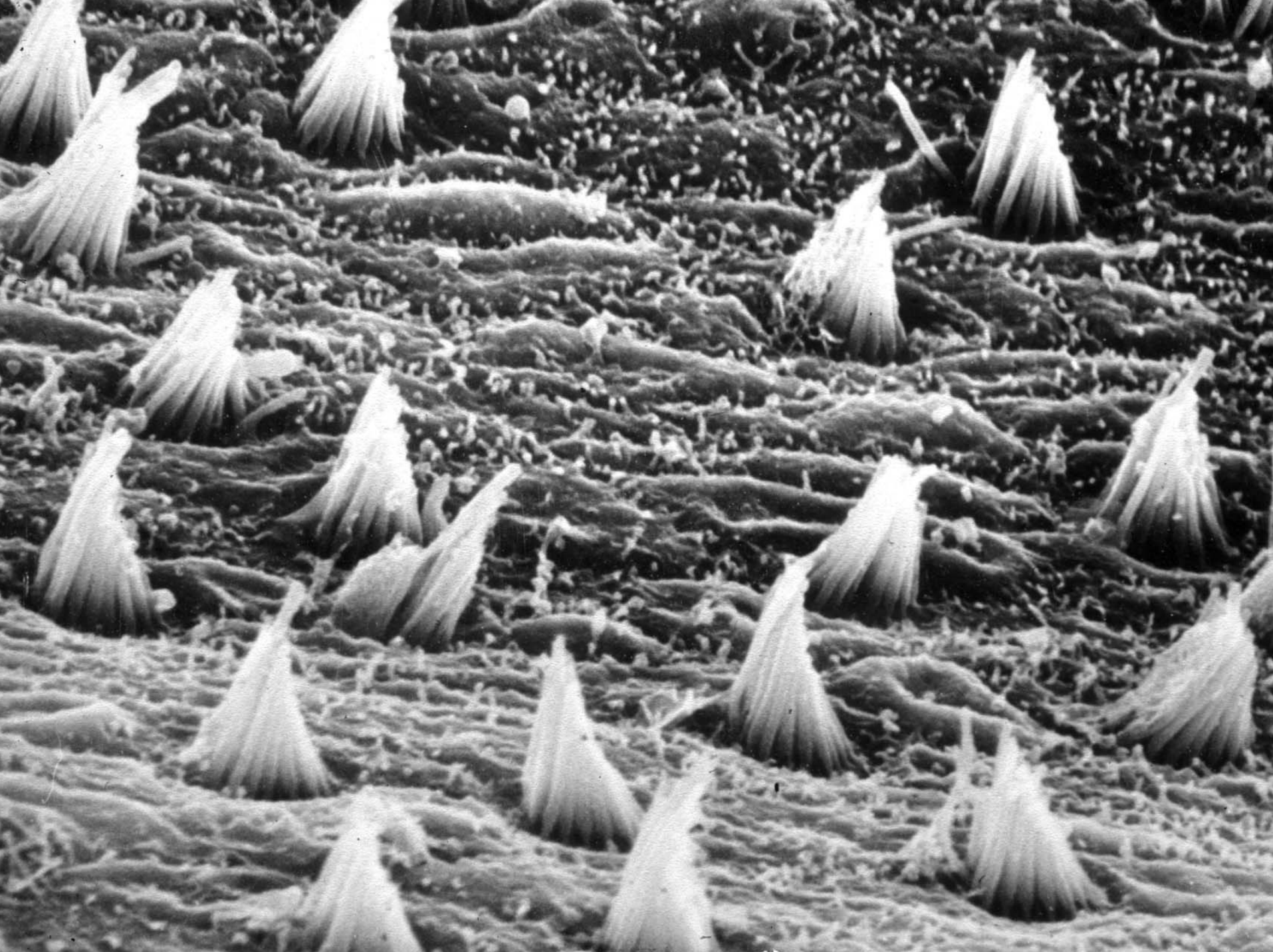




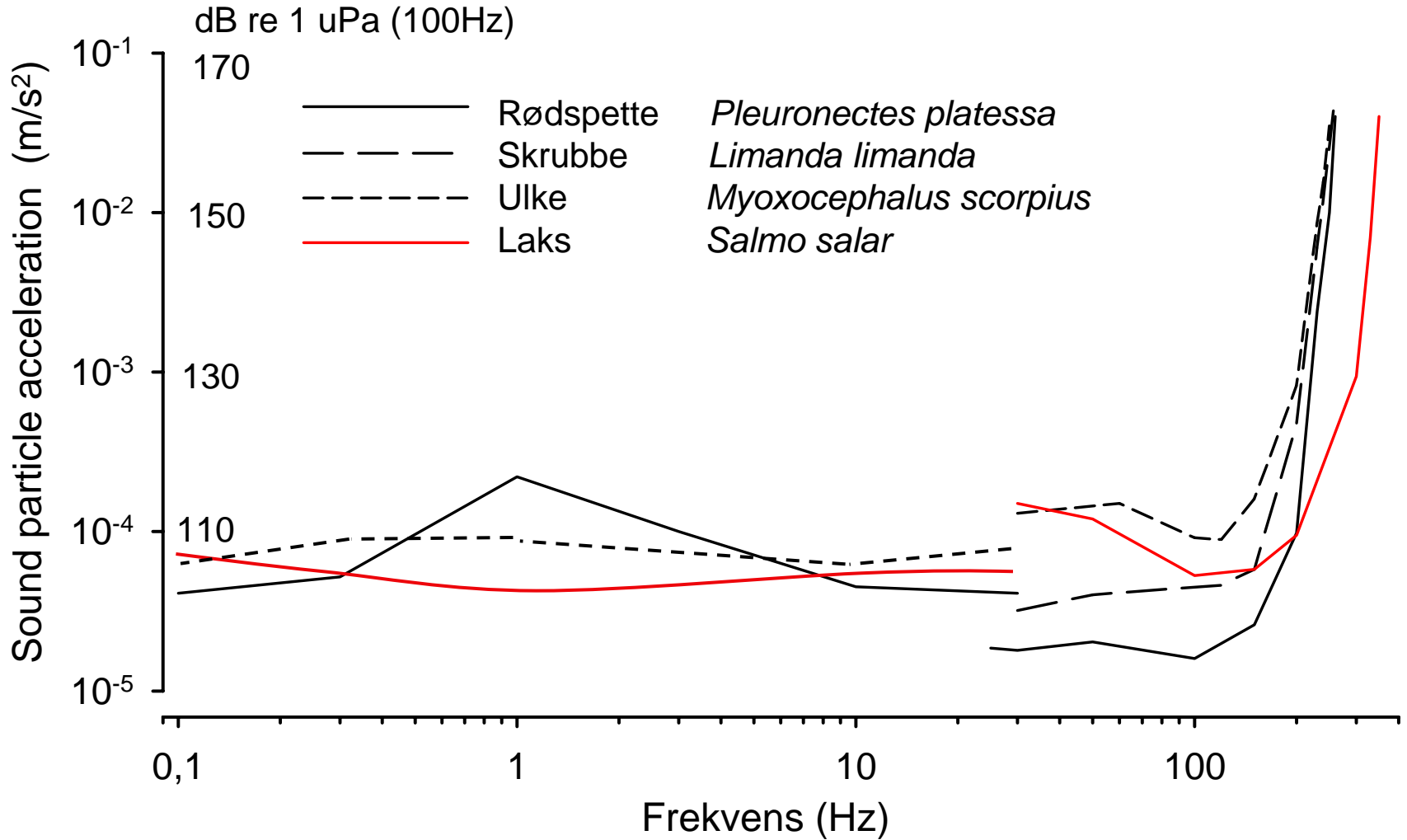
seq1

Sensorisk hårcellepitel

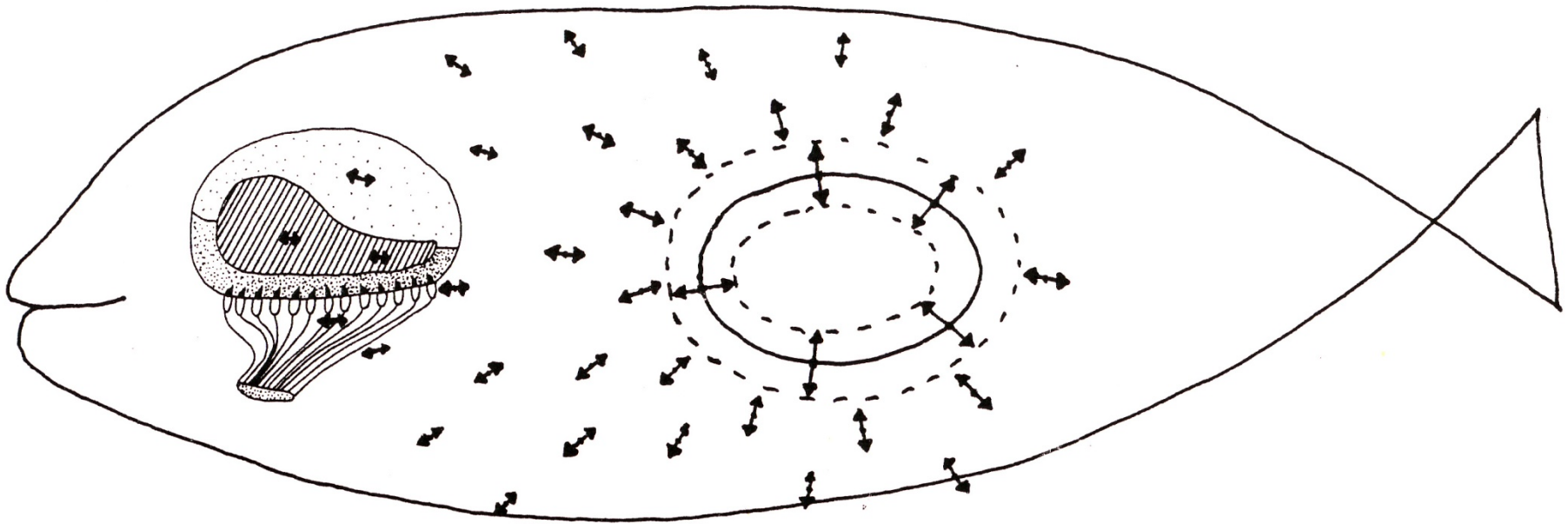




Audiogram fish hearing generalists
 (sound particle acceleration thresholds 10^{-4} - 10^{-5} m/s²)

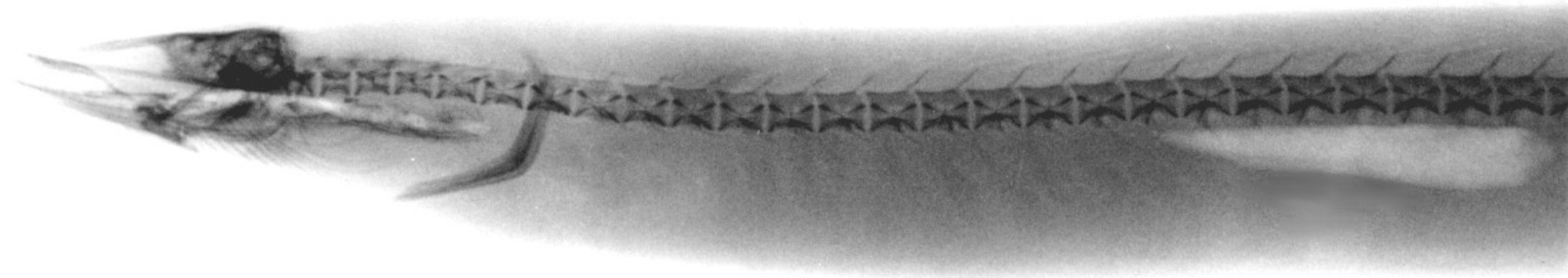


Følsomhet for lydtrykk - hørselsspesialister

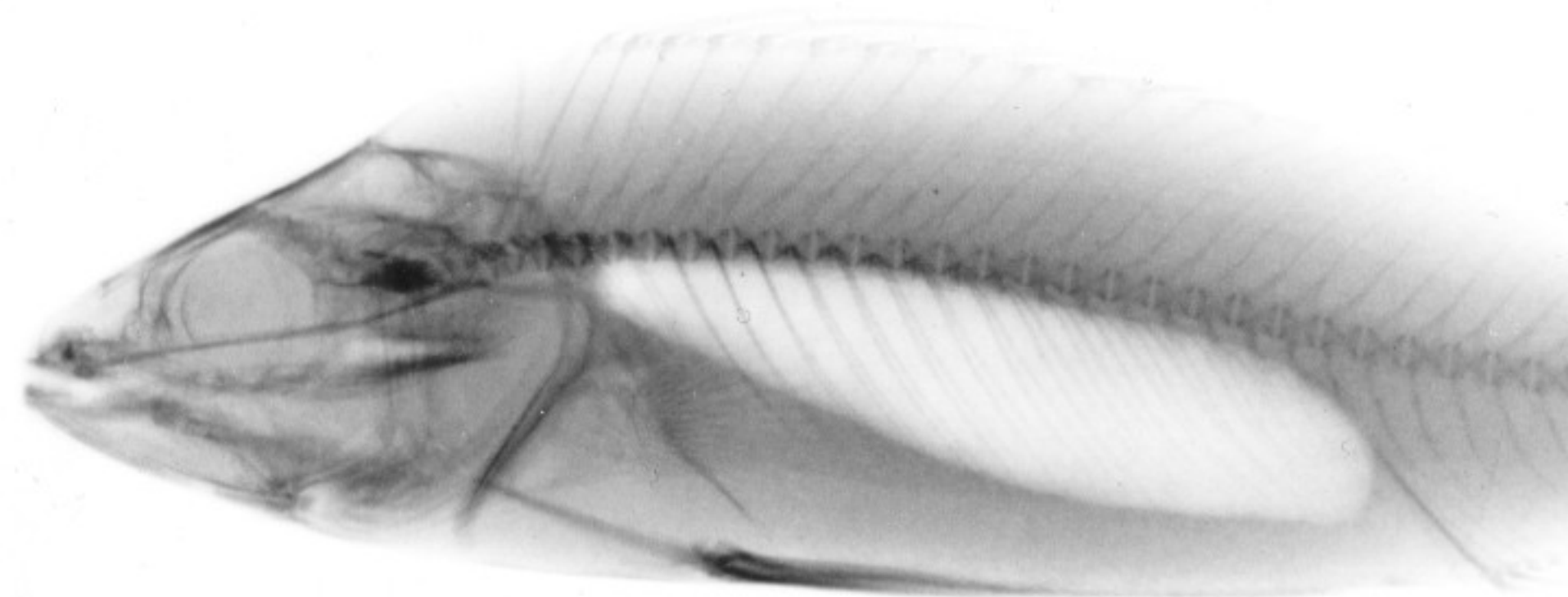


Lydtrykkvariasjoner gir volumpulseringer av svømmeblæren. Dette kan forplante seg til øret og stimulere dette slik at fisken oppfatter lydtrykk i tillegg til lydets partikkelbevegelse.

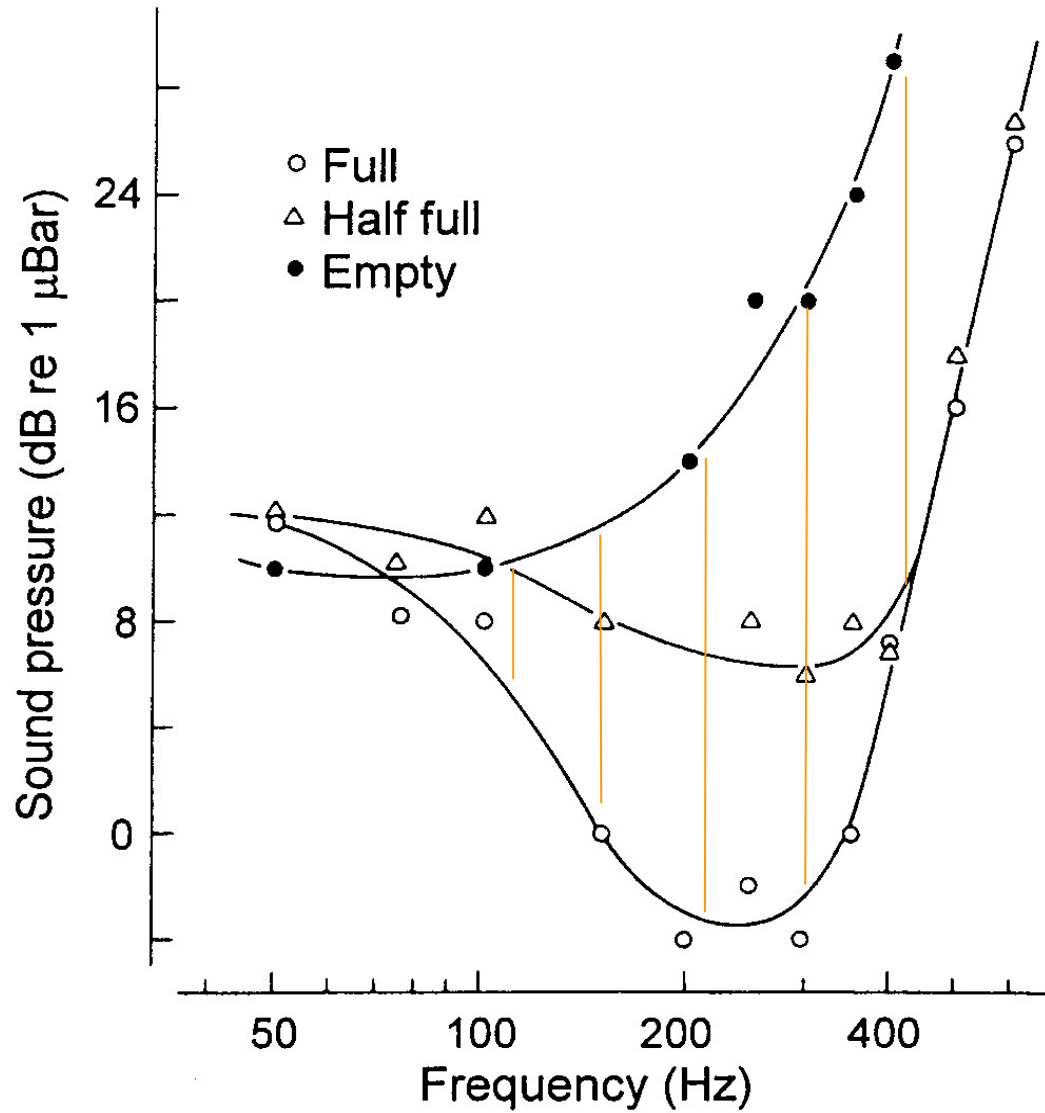
Eel (*Anguilla anguilla*)



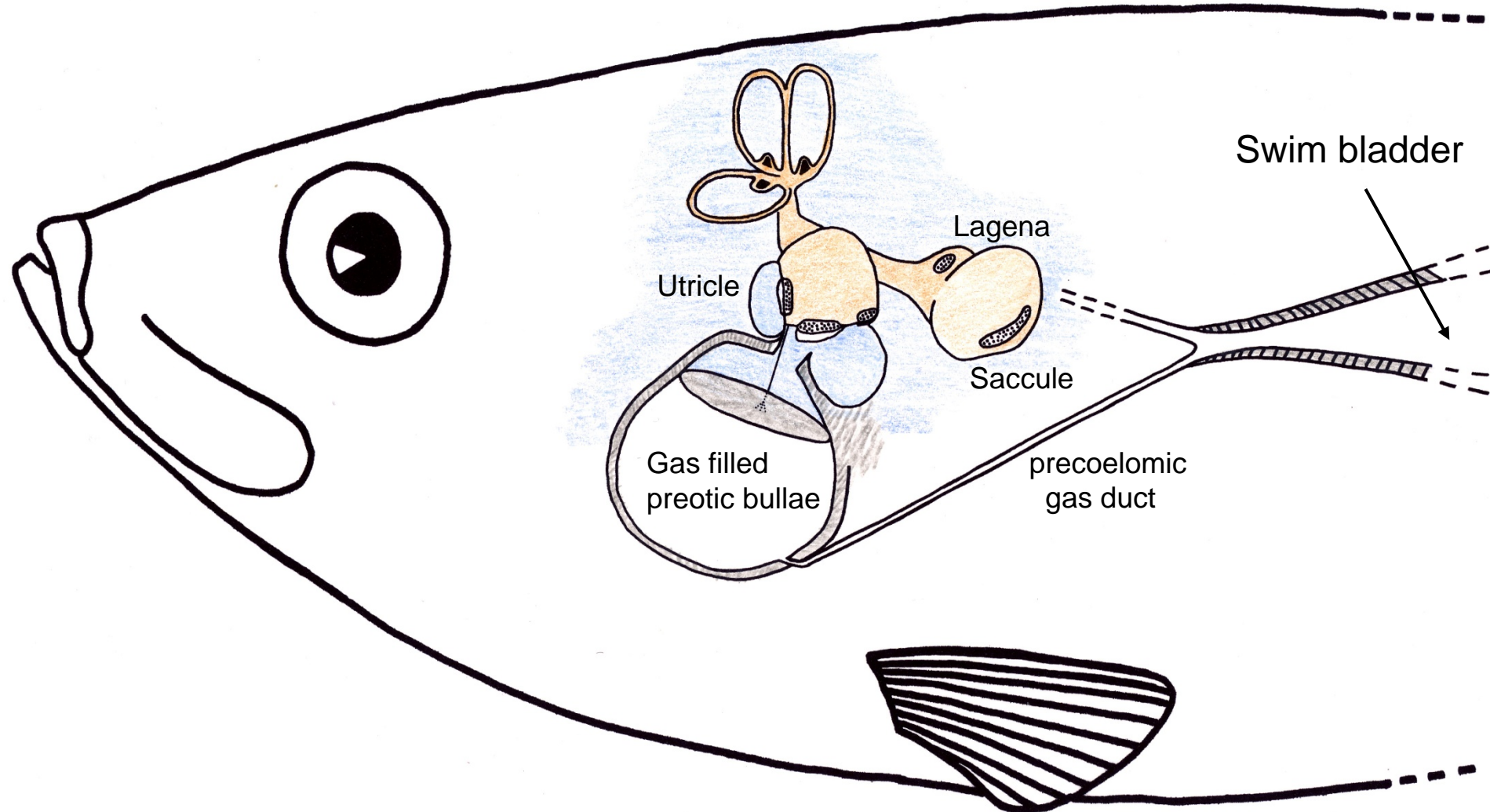
Perch (*Perca fluviatilis*)



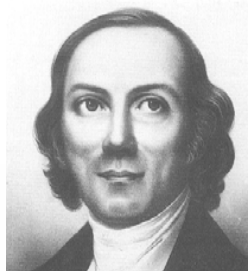
Audiogram torsk (*Gadus morhua*)



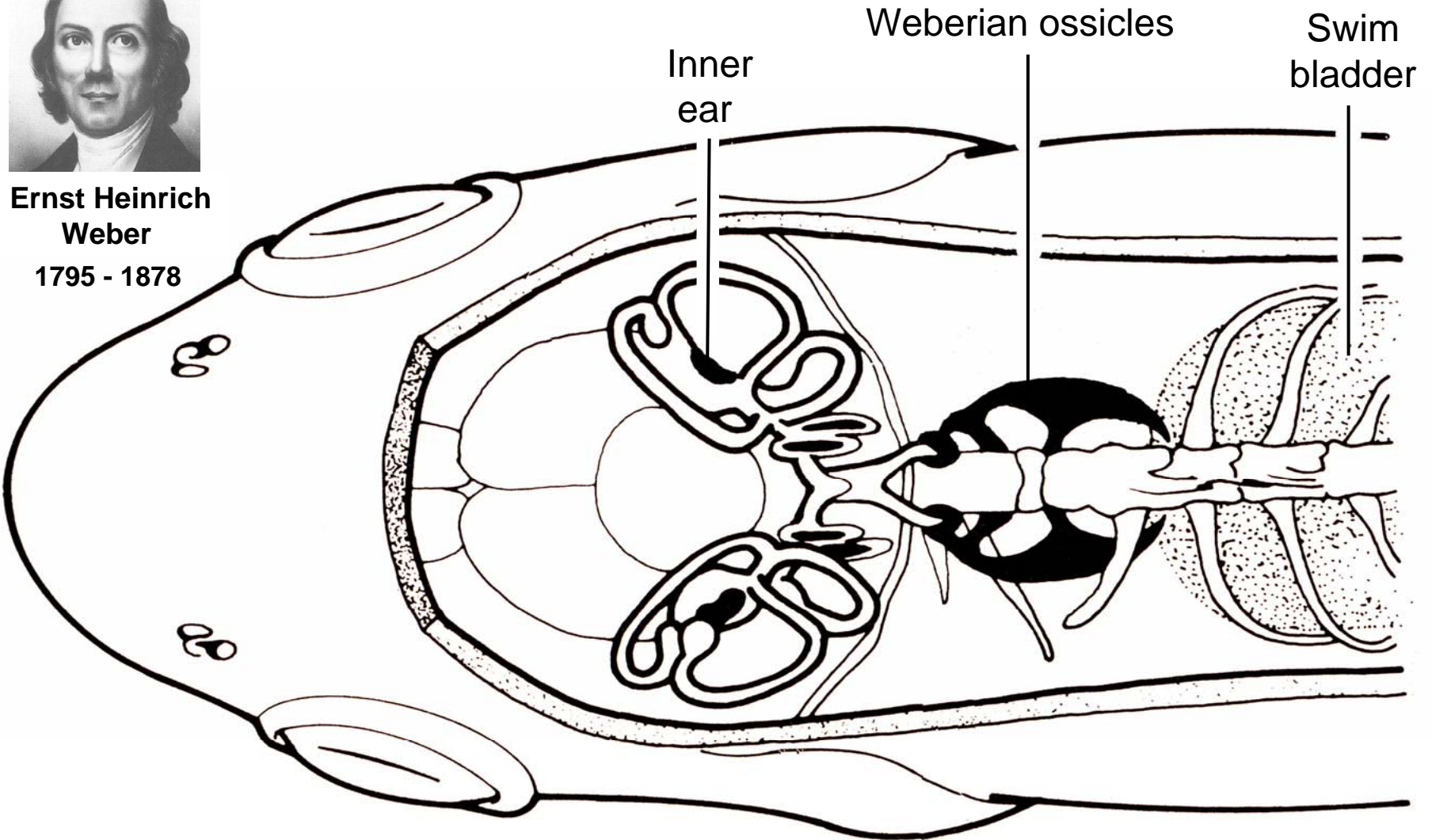
Sildefisk har særegne tilpasninger for lydtrykkfølsomhet



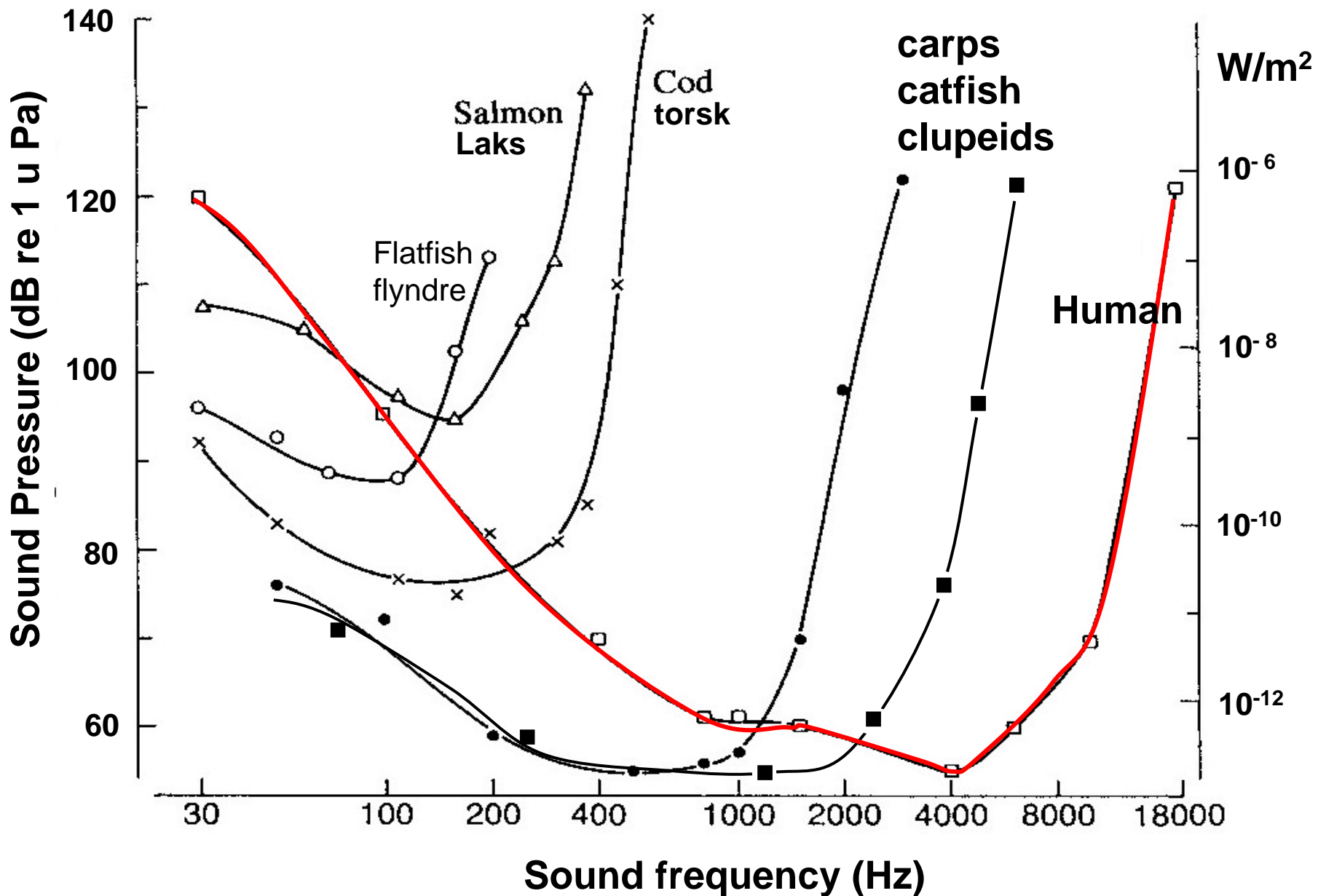
Tilpasninger for lydtrykkfølsomhet hos karpe og mallefisk



Ernst Heinrich
Weber
1795 - 1878



Hørselssansen hos fisk faller i 3 hovedgrupper





Sildefisk



laksefisk



karpefisk



torskefisk



abbor

2-8000 Hz

- 500 Hz

2-300 Hz



**Bethoven pastorale
symfoni, 1 sats.**



“Trolldans” - Grieg

Reaksjoner på lyd



Hyse/kolje



sei

torsk



lake



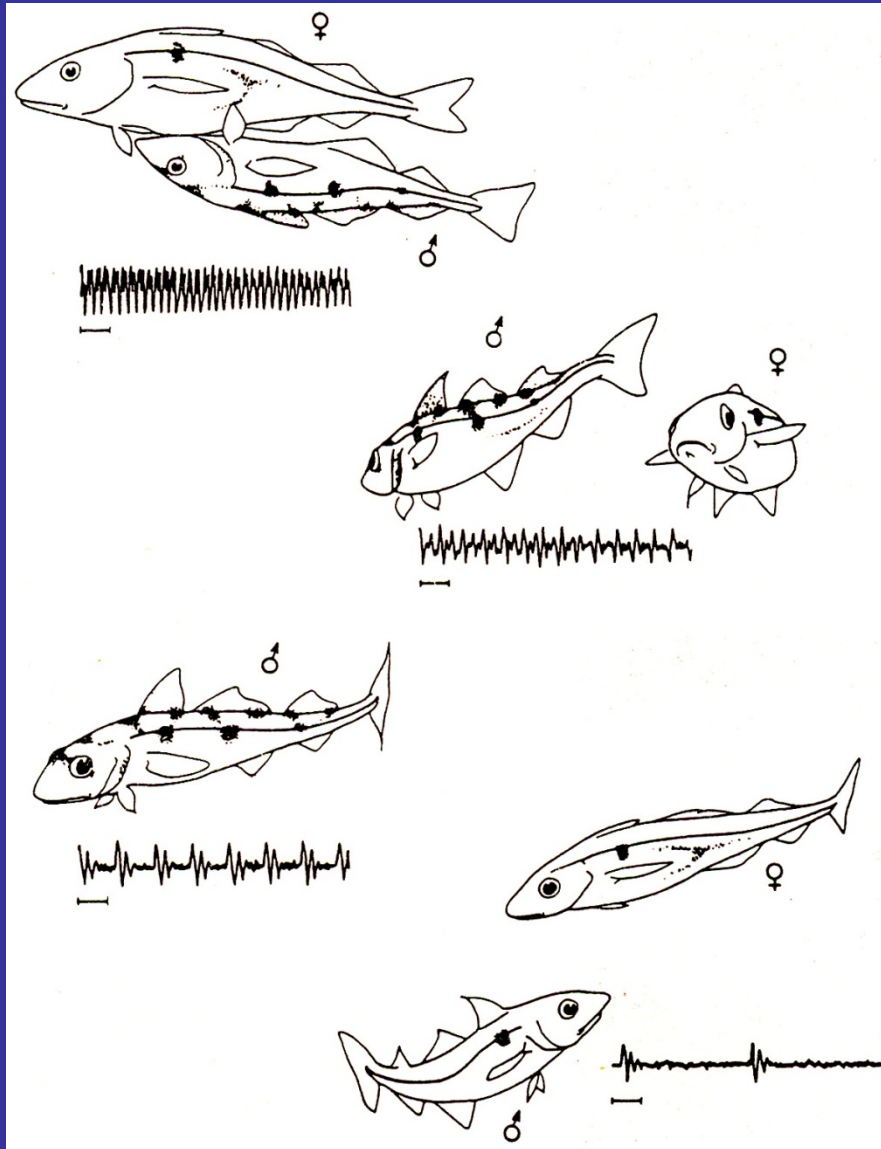
enkelt-"bop"
(to gjentakelser av hver art)



normale "bop/grynt"
(tre gjentakelser av hver art)



Torskefisk lager artsspesifikke kommunikasjonsslyder



mp3



wav



Knocking sounds produced by a sexually aroused male – courtship sounds. The final “humming/Harley Davidson” sound is produced during spawning.

Reaksjoner på lyd hos fisk avhenger av flere faktorer:

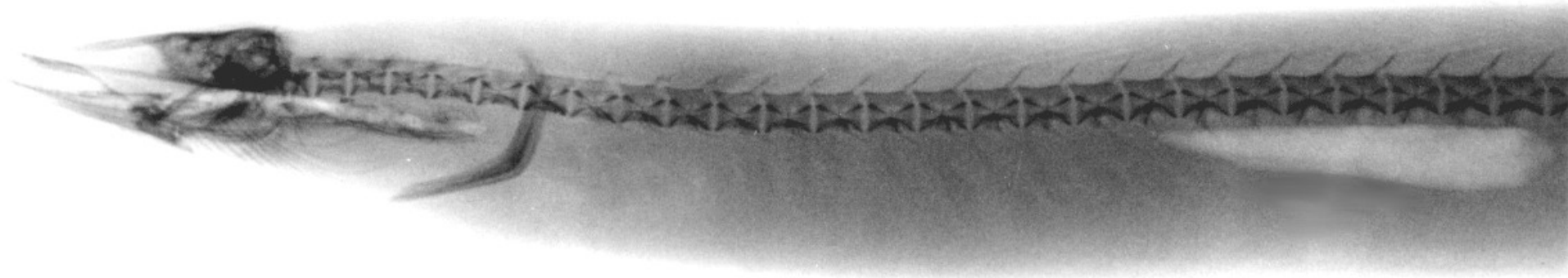
- 1) type fisk – pelagisk/bunnfisk, hørselsevne, naturlige fryktreaksjoner.
- 2) lydfrekvens
- 3) lydintensitet over bakgrunnsstøy.
- 4) temporale egenskaper ved lyden (skarpe lydpulser, kontinuerlig lyd etc.).

Reaksjoner omfatter:

- 1) ingen målbar respons: svømmeatferd, hjerterefrekvens, stresshormoner, næringsopptak mm.
- 2) kortvarig endring i hjerterefrekvens (reduisert) – tolkes som fryktrespons
- 3) forhøyet hjerterefrekvens og svømmeatferd (timer, dager)
- 4) rettet svømmebevegeleser vekk fra lydkilden, søker tettere sammen, svømmer til bunnen og blir stående i “skjul”, redusert næringsopptak.
- 5) utfører hurtig fluktrespons (C-start), skarpe, kraftige lydpulser.

Konsekvenser:

- 1) skader på vev (hårceller i det indre øret, fiskeegg, fiskelarver).
- 2) endret fangst av fisk – økt/reduisert.
- 3) redusert produksjon, overlevelse fiskeoppdrett
- 4) forstyrrelse av vandring og gyting.



EKG

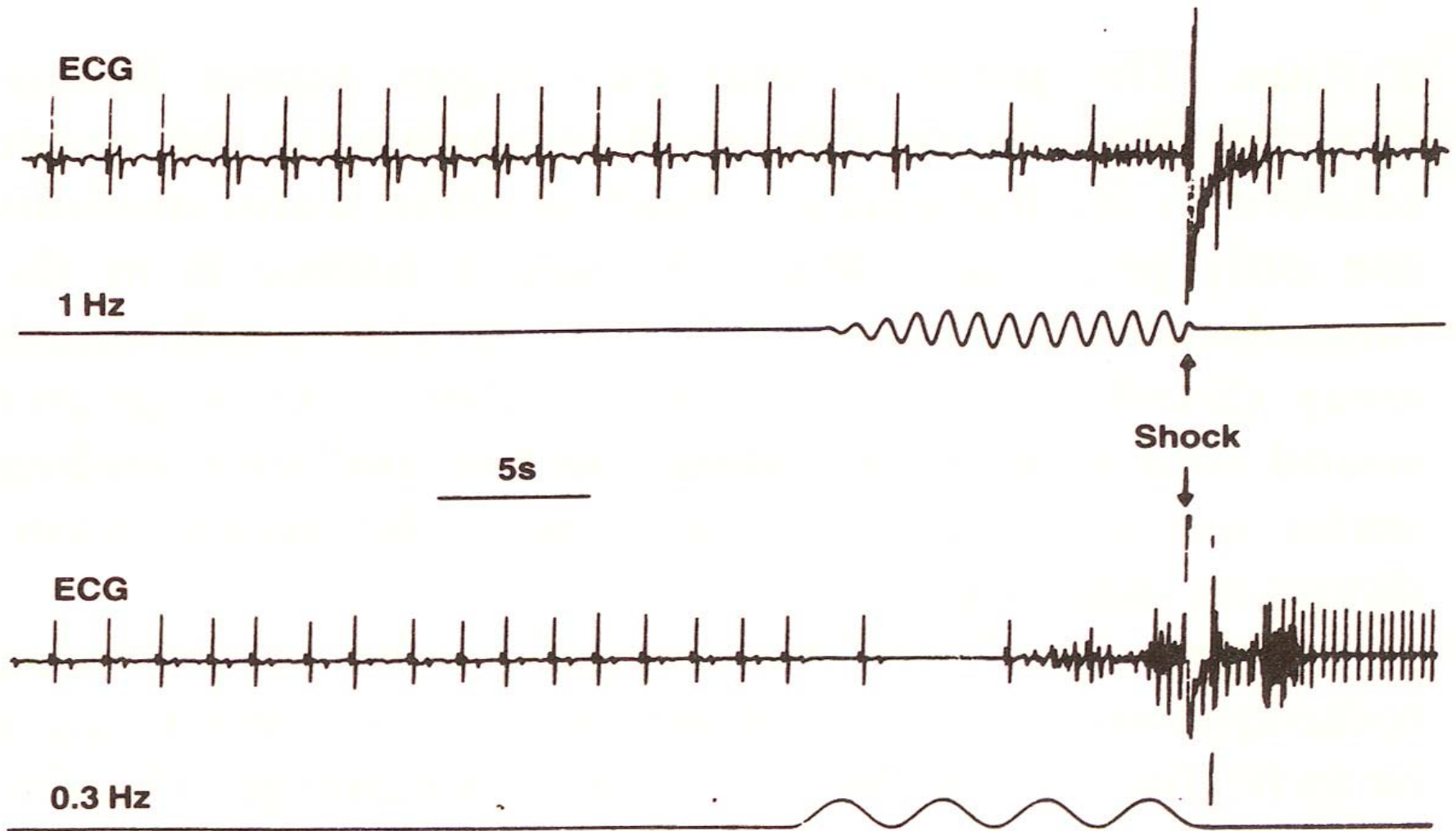


125 Hz

10 s

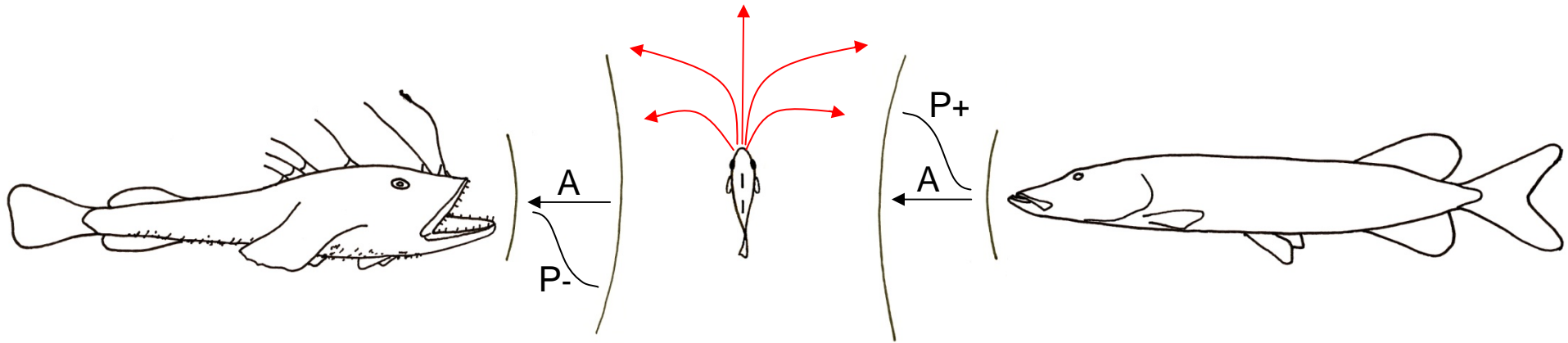
Tydelig hørbare lydstimuli kan gi en fryktreaksjon i form av endret hjerterytme-veldokumentert respons hos virvelløse dyr (blekksprut) og virveldyr.

Responses to infrasonic frequencies



From Karlsen, H.E. (1992)

Flukttretning ?



Plutselige vannbevegelser og lyd virker generelt skremmende på fisk. Trolig fordi slike vannebevegelser dannes ved angrep fra predatorfisk.

Hurtig fluktatferd er en særegen fluktrespons som typisk trigges ved kraftige og plutselige lydstimuli – en sterk fryktrespons.





Slide from
Olav Sand



slide from Olav Sand



slide from Olav Sand

Karpefisk – hørselspesialister

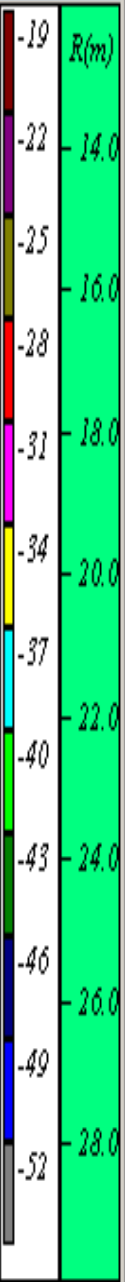
Distance m

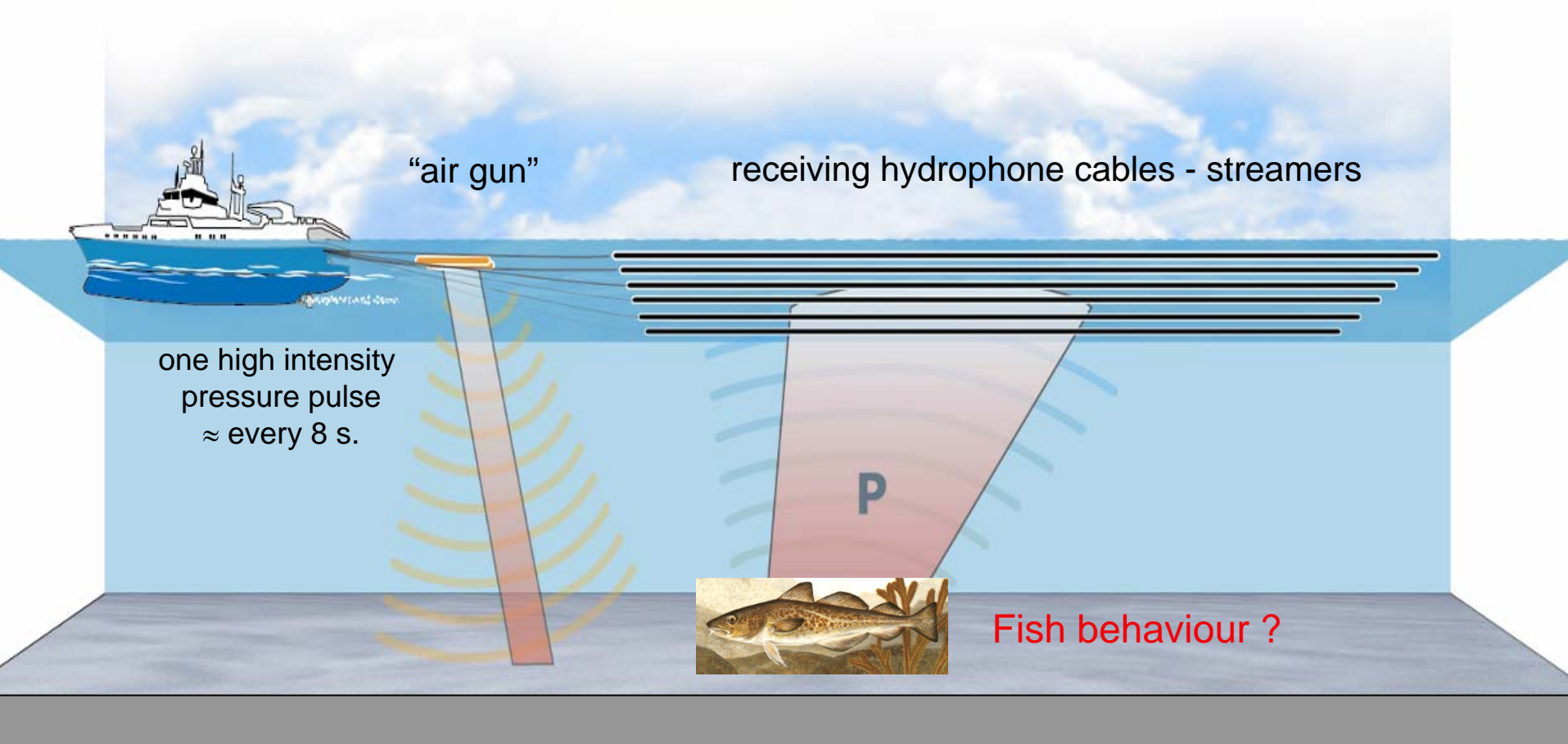
- 8
- 6
- 4
- 2

150-160 dB re 1 uPa

16 Hz infrasound on 30s

Data from Olav Sand



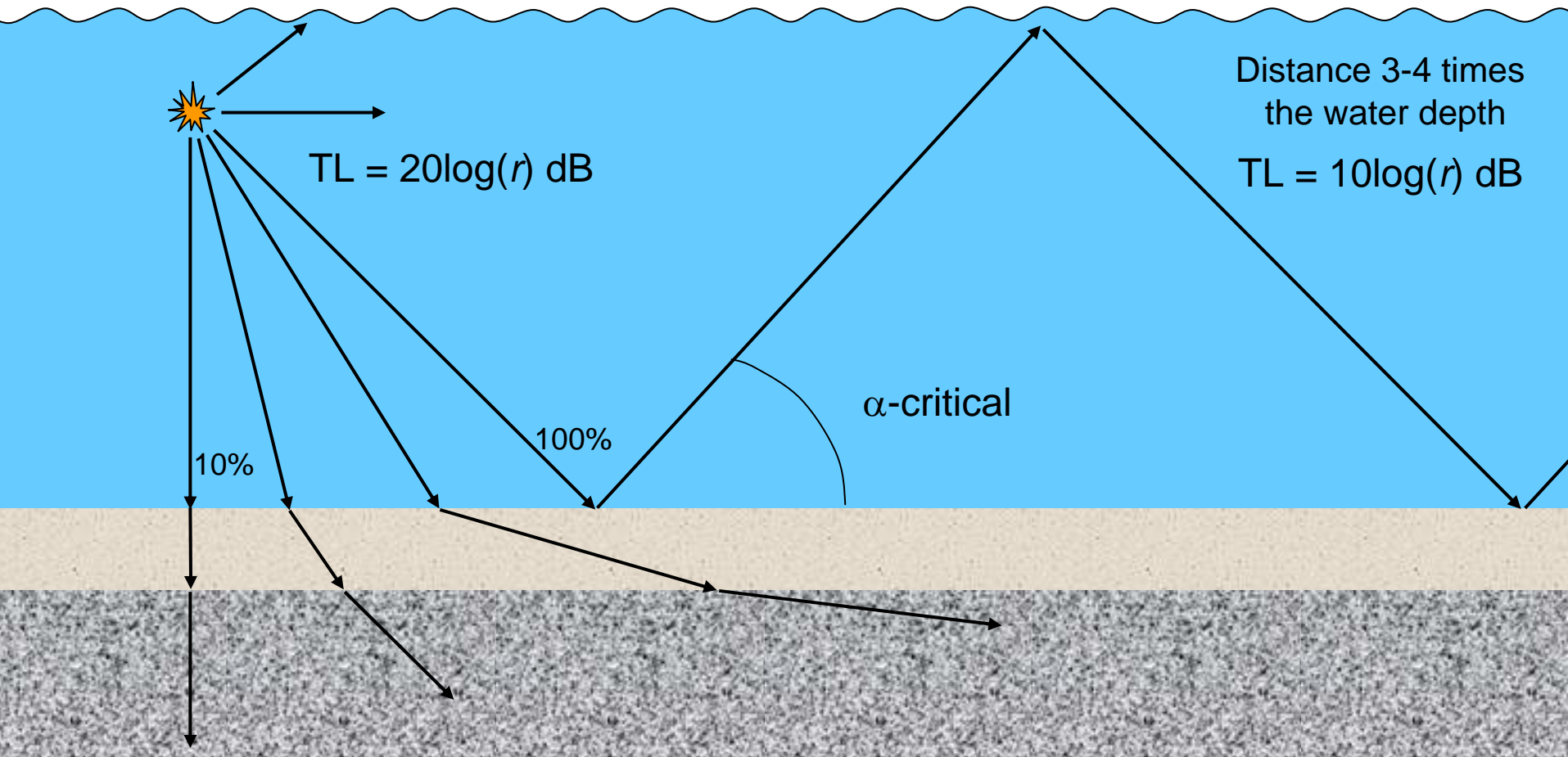


Effects on fish catch ?

At what distances are fish catch affected by seismic air guns ?

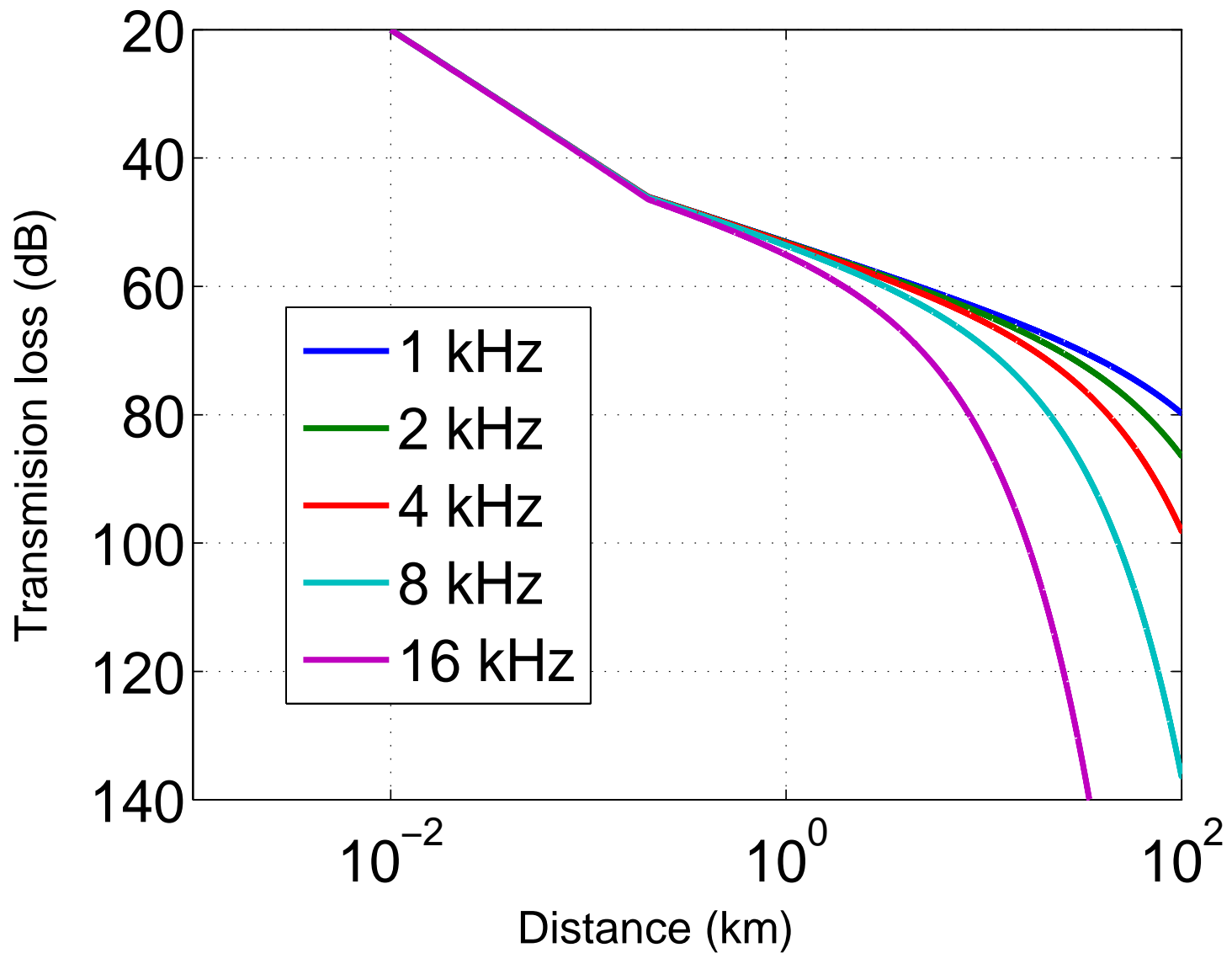
Are these “*affect distances*” related to fish hearing thresholds?

To fish startle behaviour thresholds?

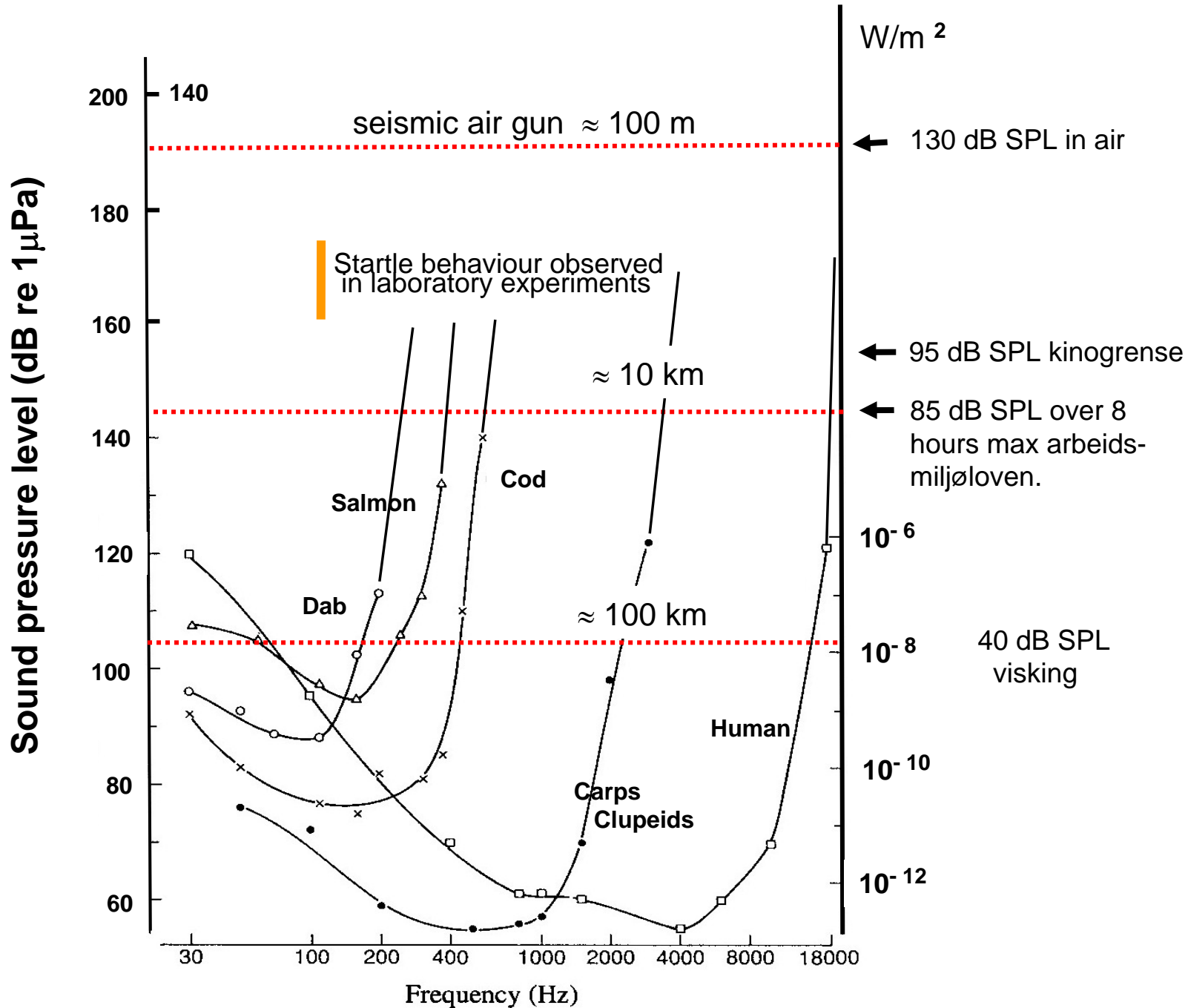


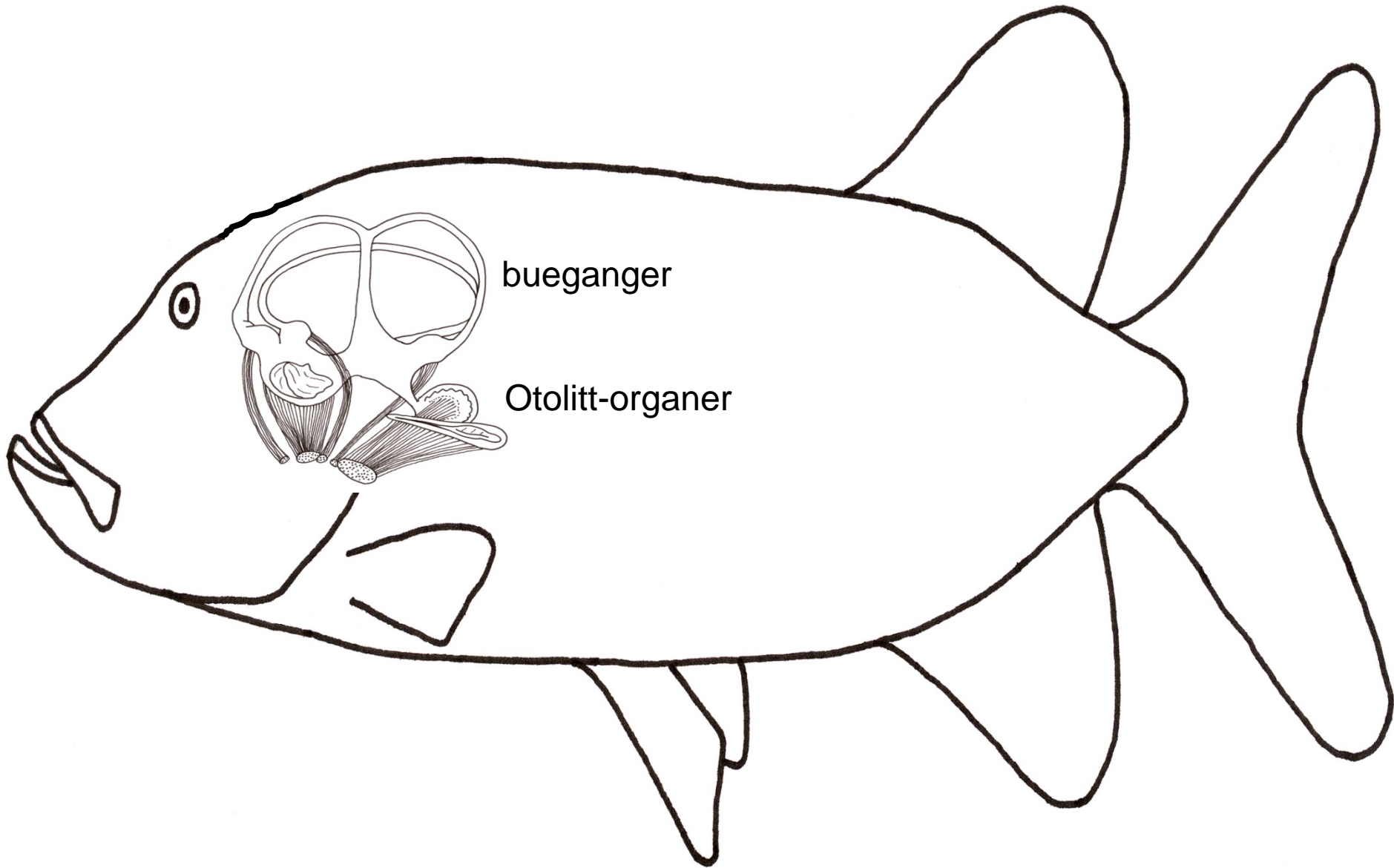
α critical:

- determined by $c_{\text{water}}/c_{\text{ground}}$
- 20-30° soft / 60° rock bottom



Transmission loss as a function of distance, geometric loss (spherical $20 \log(r)$ and cylindrical $10 \log(r)$) and absorption loss included.





bueganger

Otolitt-organer