

Akvakultur



Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa investerer i bæredygtigt fiskeri og akvakultur



Den
Europæiske
Fiskerifond

Indhold

Forord

Forfatterliste

Kapitel 1: Regnbueørredens anatomi og fysiologi

Livscyklus fra æg til voksen

Ydre kendetegn

Mange farvevarianter

Hjertet og karsystemet

Gællerne

Hjertet

Fiskegællens funktioner

Problemer med ammoniak

Vand og saltbalance

Fiskens sanser

Øjnene

Lugte- og smagssansen

Følesansen

Ørerne

Fordøjelsen

Mave-tarmsystemet

Foderets vandring gennem kroppen

Stofskifte og vækst

Næringsstofferne styrer væksten

Aldersbestemmelse af fisk

Kønsbestemmelse og kønsorganer

Styring af kønsmodning

Spørgsmål

Kapitel 2: Dambrug

Avlsdambrug

En lang tradition med familieavl

Forskningsbaseret avlsarbejde

Fire egenskaber er særlig vigtige

De fleste egenskaber afhænger af både arv og miljø

Gode gener kan ikke altid ses med det blotte øje

"Rentes-rente" princippet

Flere forskellige selektionsmetoder

Pas på med indavl

Moderfisk

Klækkeri

Strygning af æg og sæd

Fiskene skal bedøves

Befrugtning af æg

Daglig pasning af æg:

Ægudvikling og klækning

Yngel og sættefisk

Produktionsanlæg

Traditionelle dambrug

De tre typer modeldambrug

Modeldambrug type 1

Modeldambrug type 2

Modeldambrug type 3

Betondamme (raceways)

Airlift-pumper

Slamkegler, mikrosigter og slambassiner

Skal tømmes hurtigt

Opholdstiden er væsentlig

Biofiltre

Filtrene skal skylles

Plantelaguner

Opholdstiden er vigtig

Miljømæssige forbedringer

Effektiviteten af rensning

Forbruget af vand er væsentligt reduceret

Dambrugene skal reguleres i forhold til udledning

Recirkuleringsanlæg (FREA)

Minimalt forbrug af frisk vand

Mekanisk filtrering

Biologisk filtrering

Anlægskonstruktion

Stort energiforbrug

Miljøforhold

Sygdom og smitte

Uddannelse af medarbejdere

Spørgsmål

Kapitel 3: Havbrug

En vanskelig begyndelse

Naturen styrer produktionen

Placering af havbrug

Havbrugskort som grundlag

Anlæg

Netbure

Net

Fortøjning, ankre, bøjer og markering

Rovdyr

Begroning

Fodring

Sygdom og medicin

Udsætning af fisk

Høst

Produktion

Spørgsmål

Kapitel 4: Fiskefoder

Ernæringsbehov og fodersammensætning

De livsvigtige aminosyrer

Fedt giver energi

Ørreder i naturen spiser ikke sukker

Vitaminer, salte og mineraler

Energi i foder

Eksempel på beregning af bruttoenergi:

Eksempel på beregning af fordøjelig energi:

Proteinsyntese

Fodertyper og fiskefoderproduktion

Kompliceret at fremstille foder

Kapitel 5: Fiskesygdomme og sundhed

Raske smittebærere

Symptomer på, at fisken er syg

Generel forebyggelse af sygdomme

Fokus på vandkvalitet

Mikroorganismer og organisk materiale

Smittebeskyttelse

Ekstern smittebeskyttelse

Vandforsyningen udgør en stor risiko

Flytning af fisk

Fugle kan sprede smitte

Transportvogne og udstyr

God hygiejne er meget vigtig

Intern smittebeskyttelse

Genbrug af vand øger smitterisikoen

Vær opmærksom, når fisk skal flyttes

Opdrætsenheder og udstyr

Stress påvirker immunsystemet

Fiskens immunsystem

Faktorer, der påvirker immunsystemets funktion

Vaccination af fisk

De norske laks

Immersions- eller dypvaccination

Badvaccination

Injektionsvaccination

Bivirkninger ved stikvaccinering

Andre typer af vaccination

Parasitter

Parasitters livscyklus

Fimredyr

Fiskedræber

Snylterens livscyklus

Fiskedræber er temperaturfølsom

Kontrol af fiskedræberinfektion

Trichodina

Amøber

Flagellater

Hudflagellaten Ichthyobodo

Tarmflagellaten Spironucleus

Myxosporidier

Myxobolus cerebralis og drejesyge

PKD

Monogene snyltere

Gyrodactylus

Ålens gælleparasitter *Pseudodactylogyrus*

Bændelorm (cestoder)

Ikter

Øjenikten Diplostomum

Behandling mod øjenikter

Rundorm

Sildeorm og torskeorm

Opdrætsørreder er fri for silde- og torskeorm

Ålens svømmeblæreorm

Kradsere

Krebsdyrparasitter

Karpelus

Lakselus

Bakteriesygdomme

Sygdom forårsaget af bakterier

Yngeldødelighedssyndromet (YDS)

Rødmundsyge (ERM)

Bakteriel nyresyge (Bacterial Kidney Disease, BKD)

Furunkulose

Vibriose

Andre bakteriesygdomme

Gællesyge (Bacterial Gill Disease, BGD)

Tarmbetændelse

Bughindebetændelse

Virusbetingede sygdomme i ørredopdræt

Egtvedsyge- Viral Hæmorrhagisk Septikæmi VHS

Meget høj dødelighed

Infektiøs pankreasnekrose (IPN)

Andre virusinfektioner

Øvrige sygdomme i opdræt

Sygdomme som skyldes foder

Beskadiget foder

Fallitsyge (pøseforgiftning, botulisme)

Stress i forbindelse med fodring

Pas på overfodring

En fordel at håndfodre

Spildfoder kan give bakterieinfektioner

Lovgivning

Anmeldepligt

Behandling af fiske sygdomme.

Antibiotika

Tilbageholdelsestid

Erhvervet resistens

Regler for medicin

Hjælpestoffer

Metode

Velfærd og etik

Fisk har måske en bevidsthed

Lovgivning om velfærd

Etiske overvejelser

Spørgsmål

Kapitel 6: Vandrensning

Affaldsstoffer fra vandløb og produktion

Vandet farves brunt

Rensning af vand i traditionelle dambrug

Udfældning af okker

Rensning på anlægget

Stoffer i udløbsvandet

Rensning af vand i recirkulerede anlæg

Rensning i vandforsyningen

Rensning i produktionen

Nitrifikation

Denitrifikation

Rensning af udledningsvandet

Slambede og plantelaguner

Behandling af slam

Vandkvalitet i akvakultur

Spørgsmål

Kapitel 7: Produktion og daglig drift

Det hele begynder med en driftsplan

Produktionsplanlægning og værktøjer

Biomasse

Fisketæthed

Vandtemperatur

Foderkvotient

Fodertabeller og daglig tilvækst

Eksempel på beregning:

Dødelighed

Vækstberegninger

Forventet slutstørrelse

Eksempel:

Forventet antal dage (n)

Eksempel:

Afvielser

Temperatur

Foder og påvirkningen af den daglige drift

Sygdom og parasitter

Levering

Driftsjournal og registreringer

Monitering af bestand

Fodertabeller

Udskrivning af foderforslag

Temperatur, ilt og foderkvotienter

Registrering af foderforbrug

Registrering af vækst

Registrering af døde fisk

Registrering af flytning af fisk, salg og indkøb

Lagerbeholdninger

Rapportgenerering

Bemærkninger

Spørgsmål

Kapitel 8: Økonomi i dambrug og havbrug

Dambrug

Udgifter til foder, indkøb af yngel og løn vejer tungest

Modeldambrug type 3 har de laveste driftsomkostninger pr. kg fisk

Er det en god forretning at drive dambrug?

Havbrug

Stigende efterspørgsel på både fisk og rogn

Foder og produktion af sættefisk er den største udgiftspost

Havbrugene har gode og dårlige år

Akvakultur kræver en god kassekredit

Sygdomme koster

Teknikken kan svigte

Hårdt vejr er ikke godt for havbrug

Spørgsmål

Kapitel 9: Miljøpåvirkninger fra ferskvandsdambrug

Fysiske og kemiske påvirkninger

Hvordan måles påvirkninger fra dambrug?

Fisk

Smådyr

Planter

Bundlevende alger

Hvad betyder de forskellige påvirkninger for miljøet?

Udledning af organisk stof

Udledning af næringsstoffer

Ammoniak er gift for fisk og smådyr

Spærringer

Også problemer nedstrøms

Døde åstrækninger

Opstuvning

Højere temperatur

Medicin

Hjælpestoffer til desinfektion og bekæmpelse af parasitter

Nedsat iltindhold

Saltindhold - salinitet

Udslip af fisk

Flere faktorer er afgørende for miljøet

Forskel på små og store vandløb

Biologisk vurdering af miljøet

Vandmængden har stor betydning

Hvordan løses problemer med påvirkninger fra dambrug?

Bedre passager

Spørgsmål

Kapitel 10: Miljøpåvirkninger i havbrug

Kompensationsopdræt

Muslinger kan kun optage en mindre del kvælstof direkte

[Skal ikke hænge fysisk sammen](#)

[Drift af kompensationsopdræt](#)

[Fokus på den kommercielle udnyttelse](#)

[Kompensationsopdræt i Danmark](#)

[Udledning fra havbrug](#)

[Udledninger af næringsstoffer](#)

[Udledning af medicinrester](#)

[Udledning af kobber](#)

[Udslip af fisk](#)

[Påvirkning af vilde bestande](#)

[Små mængder affald](#)

[Kontrollerer sig selv](#)

[Sygdomme i havbrug](#)

[Giftige alger](#)

[Parasitter](#)

[Virus](#)

[Bakterier](#)

[Udbrud af sygdom](#)

[Spørgsmål](#)

[Læs mere:](#)

[Kapitel 11: Anden akvakultur](#)

[Opdræt af ål](#)

[En problematisk begyndelse](#)

[Åleproduktionsanlæg i dag](#)

[Ålens vej gennem et åleproduktionsanlæg](#)

[Glasål fodres med torskerogn](#)

[Ål vokser forskelligt](#)

[Drift af åleproduktionsanlæg](#)

[Tjek af alarmer](#)

[Overskudsslam skal fjernes](#)

[Produktion af ål](#)

[Overskud af varme](#)

[Lille vandforbrug](#)

[Muslingeopdræt](#)

[Fra æg til musling](#)

[Det daglige arbejde](#)

[Udtynding af muslinger](#)

[Høsttid efter godt et år](#)

[Muslinge anlæg i Danmark](#)

[Kompensationsopdræt](#)

[Dyrkning af tang](#)

[Sukkertang er en succes](#)

[Fiskefoder af tang](#)

[Opdræt af andre arter](#)

[Succes for sandarten](#)

[Opdræt af stør](#)

[Øvrige andre arter i dansk akvakultur](#)

[Spørgsmål](#)

[Kapitel 12. Akvakultur i EU og Danmark](#)

[Fem lande dominerer i EU](#)

[EU er storimportør af fisk](#)

[De første danske dambrug](#)

[Rogn fra ørreder gav gode indtægter](#)

[Danmark eksporterer hovedparten af produktionen](#)

Danske foderfirmaer er blandt de førende i verden

Fremtiden tegner godt for akvakultur

Værdien af den danske produktion er voksende

To typer modeldambrug

Flere muligheder for at øge produktionen i havbrug

Ålen er truet

Økologisk opdræt af muslinger er måske fremtiden

Tyskland er den største aftager

Røgede ørredfileter er en god eksportvare

Akvakultur som en erhvervsklynge

Samarbejde styrker akvakulturen

Mange vigtige interesser

Strategi for bæredygtig udvikling af akvakultur i Danmark 2014-2020

Baggrund

Strategiske mål

Seks pejlemærker

Pejlemærke 1: Servicetjek af administrationsgrundlag

Pejlemærke 2: Placering af akvakulturanlæg

Pejlemærke 3: Forskning, udvikling og innovation

Pejlemærke 4: Øget anvendelse af ny teknologi

Pejlemærke 5: Uddannelse

Pejlemærke 6: Produkt- og markedsudvikling

Pejlemærke 7: Eksport af fisk, foder og teknologi

Spørgsmål

Kapitel 13. Arbejdsmiljø.

Arbejdsmiljø på akvakulturanlæg

Arbejds miljøet på den enkelte virksomhed

Arbejdsmiljølovgivningen

At være ansat på dambrug

Arbejdsmiljødrøftelse.

APV

APB

Tre forhold man skal være specielt opmærksom på

Formaldehyd

Weils syge

Sjælden sygdom

Spørgsmål

Kapitel 14: Certificeringsordninger i akvakultur

Økologisk akvakultur

Se film om dansk økologisk fiskeopdræt:

10 % økologi er målet

Laks dominerer den økologisk produktion

Produktion af økologiske ørreder:

Udvalgte krav og regler for økologiske ferskvandsdambrug

Supplerende materiale:

ASC Certificering

ASC-certificerede dambrug

Fakta om ASC-mærkningen.

ASC-opdrættede ørreder produceres under forhold, der sikrer:

Mere information om ASC:

Standarder og manualer:

Andre certificeringsordninger:

Global GAP

Friend of the Sea

Bæredygtighed i produktionen

Sustainable Eel Standard

Spørgsmål

Kilder og referencer:

Kolofon

Forfatterliste:

<u>Kapitel 1:</u> <u>Regnbueørredens biologi</u>	Henrik Rosendahl Kristiansen, R&D Manager, C&D Foods Denmark
<u>Kapitel 2:</u> <u>Dambrug</u>	Alfred Jokumsen, seniorrådgiver, DTU Aqua Kaare Michelsen, chefkonsulent, Dansk Akvakultur
<u>Kapitel 3:</u> <u>Havbrug</u>	Lisbeth J. Plesner, chefkonsulent, Dansk Akvakultur Julia L. Overton, AquaPri Denmark A/S
<u>Kapitel 4:</u> <u>Fiskefoder</u>	Per Bovbjerg Pedersen, sektionschef, DTU Aqua Anne Johanne Tang Dalsgaard, seniorforsker, DTU Aqua
<u>Kapitel 5:</u> <u>Sygdomme og sundhed</u>	Niels Henrik Henriksen, dyrlæge, Dansk Akvakultur Kurt Buchmann, professor, Fakultet for Sundhedsvidenskab, KU-SUND. Niels Jørgen Olesen, professor, DTU Veterinærinstituttet Inger Dalsgaard, seniorforsker, DTU Veterinærinstituttet Lone Madsen, seniorforsker DTU Veterinærinstituttet Morten Sichlau Bruun, dyrlæge, DTU Veterinærinstituttet Torsten Snogdal Boutrup, dyrlæge, DTU Veterinærinstituttet
<u>Kapitel 6:</u> <u>Vandrensning</u>	Lars-Flemming Pedersen, seniorforsker, DTU Aqua Kaare Michelsen, chefkonsulent, Dansk Akvakultur
<u>Kapitel 7:</u> <u>Produktion og drift</u>	Kaare Michelsen, chefkonsulent, Dansk Akvakultur
<u>Kapitel 8:</u> <u>Økonomi</u>	Brian Thomsen, direktør, Dansk Akvakultur
<u>Kapitel 9:</u> <u>Miljøpåvirkninger</u> <u>dambrug</u>	Lars M. Svendsen, projektchef, AU-DCE Esben A. Kristensen, seniorkonsulent, Alectia
<u>Kapitel 10:</u>	

<p><u>Miljøpåvirkninger</u> <u>havbrug</u></p>	<p>Lisbeth J. Plesner, chefkonsulent, Dansk Akvakultur Niels H. Henriksen, dyrlæge, Dansk Akvakultur</p>
<p><u>Kapitel 11:</u> <u>Anden akvakultur</u></p>	<p>Christian Graver, chefkonsulent, Dansk Akvakultur Lars Erik Holtegaard, lineopdrætter, Mytiline Villy J. Larsen, chefkonsulent, Dansk Akvakultur</p>
<p><u>Kapitel 12:</u> <u>Akvakultur i Danmark</u></p>	<p>Brian Thomsen, direktør, Dansk Akvakultur</p>
<p><u>Kapitel 13:</u> <u>Arbejds miljø</u></p>	<p>Niels Henrik Henriksen, dyrlæge, Dansk Akvakultur</p>
<p><u>Kapitel 14:</u> <u>Certificering</u></p>	<p>Alfred Jokumsen, seniorrådgiver, DTU Aqua Lisbeth J. Plesner, chefkonsulent, Dansk Akvakultur Villy J. Larsen, chefkonsulent, Dansk Akvakultur</p>

Akvakultur

Denne e-bog er især skrevet til elever og undervisere på specialefaget akvakultur under landbrugsuddannelsen. I nogle af kapitlerne har forfatterne formuleret spørgsmål, som kan bruges i undervisningen. Vi håber dog, at andre med interesse for akvakultur også vil finde bogen interessant og læseværdig. Kapitlerne og indholdet retter sig mod praktisk drift af akvakulturanlæg.

Vi er stor tak skyldig til Fødevareministeriet og EU, som har ydet økonomisk støtte til e-bogen, til Landbrugsforlaget, som har redigeret bogen og guidet os gennem processen, og til de mange forfattere, som beredvilligt har delt ud af deres viden.

Brian Thomsen

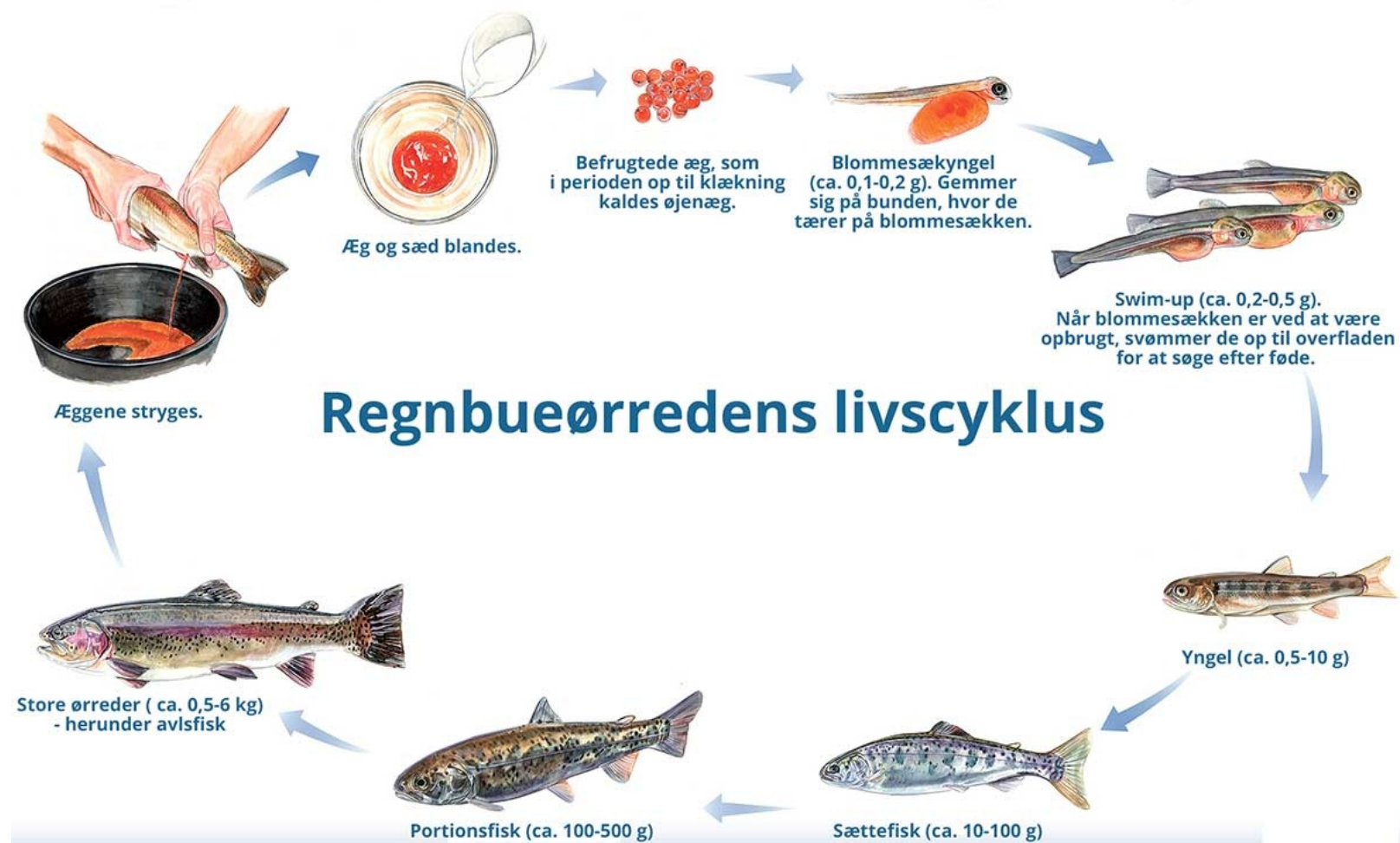
Direktør

Dansk Akvakultur

Kapitel 1: Regnbueørredens anatomi og fysiologi

Livscyklus fra æg til voksen

Regnbueørred med det latinske navn *Oncorhynchus mykiss* blev indført til danske dambrug fra USA via Tyskland i slutningen af 1800-tallet. Slægten *Oncorhynchus* tilhører en gruppe laksefisk, som i den vilde natur lever i Stillehavet og Nordamerika.



Figur 1.1: Regnbueørredens livscyklus. Illustration: Anne Hviid Nicolaisen.



Æg og sæd blandes



Befrugtede æg
- I perioden op til klækning kaldes de øjenæg



Blommesæk-yngel (ca. 0,1 - 0,2 gram)
- Gemmer sig på bunden, hvor de tæerer på blommesækken



Swim up (ca. 0,2 - 0,5 gram)
- Når blommesækken er ved at være brugt op, svømmer ørrederne op til overfladen og søger føde.



Æggene stryges

Regnbueørredens livscyklus



Yngel (ca. 0,5 - 10 gram)



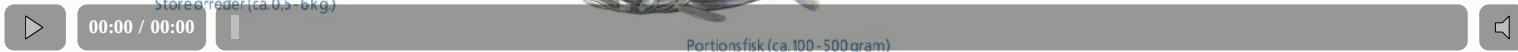
Storeørred (ca. 0,5 - 6 kg)



Portionsfisk (ca. 100 - 500 gram)



Sættefisk (ca. 10 - 100 gram)



Regnbueørredens livscyklus. Animation: Mikkel Staadsen-Boesen.

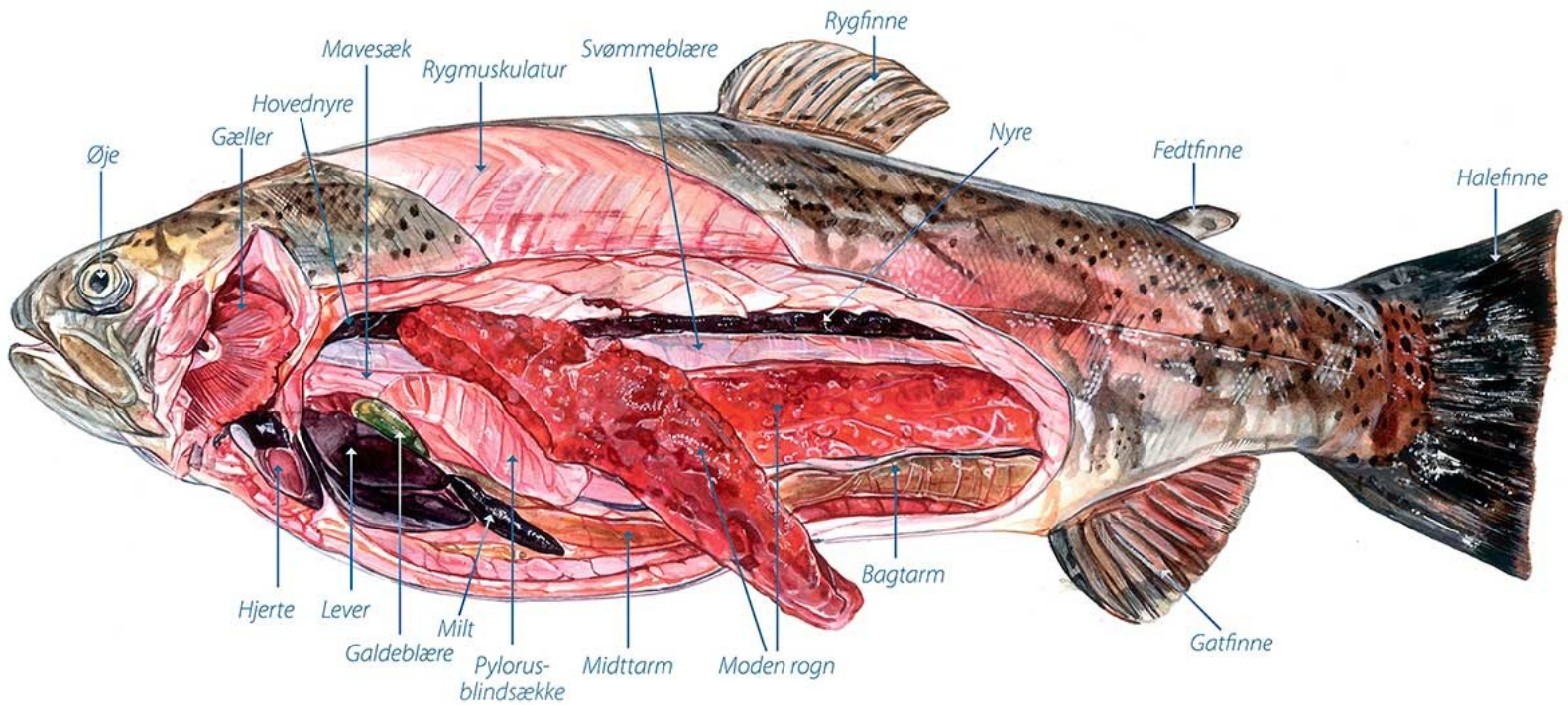
Regnbueørreden er en koldt vandfisk, som i naturen gyder om vinteren i vandløb, hvor de befrugtede æg graves ned i bunden. Regnbueørreder er, som de fleste andre fisk, vekselvarme. Det betyder, at de nedkøles eller opvarmes i takt med vandets temperatur, som derfor har stor betydning for fiskenes fysiologi og i høj grad påvirker deres livscyklus.

Ydre kendetegn

Laksefisk er torpedoformede og derfor gode svømmere, som også kan springe højt op i luften. Fiskene har skæl, som dækker kroppen og sidder i små lommer fra hoved til hale. Under håndtering af fisk taber den ofte skæl, men de kan gendannes som såkaldte erstatningsskæl.

Uden på skællene er der et lag slim, som mindsker friktionen, så fisken lettere kan glide igennem vandet. Slim er desuden en beskyttelse mod [infektioner](#). Derfor skal fisk håndteres så skånsomt som muligt, f.eks. ved at bruge et net uden knuder til indfangning. Desuden skal hænderne være våde, når man berører fisk.

Et fællestræk for laksefisk er fedtfinnen, som sandsynligvis har fungeret som en ekstra rygfinne. Et særligt træk hos regnbueørred er, at finnerne og ryggen har et mønster med mange små sorte pletter.



Figur 1.2: Regnbueørredens anatomi og kendetegn. Illustration: Anne Hviid Nicolaisen.

Mange farvevarianter

Den rødlige regnbuestribe og det rødlige gællelæg er et iøjnefaldende kendetegn hos voksne regnbueørreder, men der findes mange farvevarianter. Yngel og [sættefisk](#) har ca. 8-10 blålige fingermærker langs med sidelinjen fra gællelåget til haleroden.

Under naturlige forhold vil sættefisk, som gør sig klar til at gå i havet, blive sølvblanke. Når de senere vender tilbage til åen igen, er det som store havvandrende sølvblanke regnbueørreder. De er stålblå og kaldes steelheads. Med tiden kommer de dog i gydedragt, hvor den rødlige stribe bliver synlig igen.

De ydre kendetegn, morfologien, kan snyde, så nogle tror, at variationer i form, farve m.m. skyldes forskellige arter. Imidlertid er fisk gode til at skifte form og farve efter miljøet.

Hjertet og karsystemet

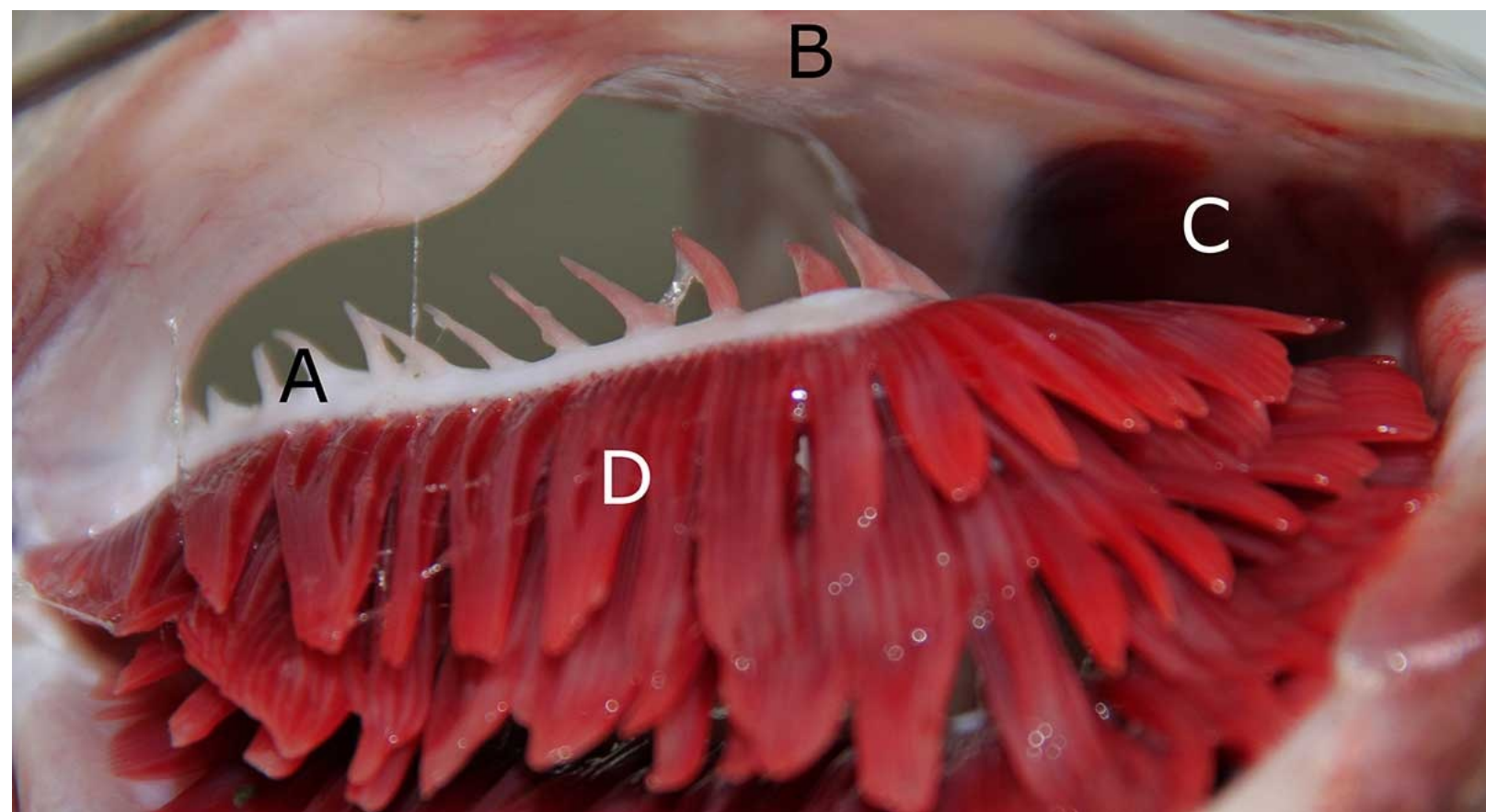
Blodkredsløbet består af gællerne, det todelte hjerte med blodåresæk og pulsåresvulst og blodårerne. Hele gælleapparatet og hjertet udgør ca. 2 % af kropsvægten. I forhold til vægten af de indre organer udgør gæller og hjerte lidt over 10 %. Men når hunnen ikke har rogn, udgør gæller og hjerte ca. 30 % af de indre organer (tabel 3). Normalt udgør blodet 2-6 % af kropsvægten. Så en tommelfingerregel er, at en fisk har 40 ml blod per kilo, hvilket er vigtig viden, hvis der skal tages blodprøver.

Tabel 1.1: Biometriske data på regnbueørred, gydemoden hun, 60 cm, 2860 gram.

Organ	Gram	% af kropsvægt	% af organvægt
Gællebuer og gæller	55,4	1,94	Blodkredsløb 10,4%
Hjerte (alle 4 dele)	6,6	0,23	
Mave	21,3	0,74	Mave-tarmsystem 10,0%
Blindtarme	16,5	0,57	
Tyndtarm	9,1	0,31	
Tarmfedt	12,7	0,44	
Lever og galdeblære	27	0,94	Lever og galdeblære 4,5%
Milt	5,7	0,2	Nyre og Milt 4,9%
Nyre uden bughinde	23,7	0,83	
Svømmeblære	13,6	0,48	Svømmeblære 2,3%
Rognstreng	15,6	0,55	Ovarier 67,9%
Modne æg (rogn)	388	13,6	
Hjerne	0,4	0,01	Hjerne 0,07%
Organvægt	595,6		Ca. 100%

Gællerne

Gællerne i hver side er beskyttet af et gællelåg. Der er fire gæller med et dobbelt lag gælleblade i hver side. De er røde hos friske fisk, men blegner når fisken aflives. Hvis gællelåget løftes forsigtigt, ses de fjerlignende gæller, der sidder fastgjort på gællebuer med gællegitterstave. Stavenes funktion er at lede føde og evt. fremmedlegemer i vandet væk fra gællen og ind i svælget. På undersiden af hvert gællelåg sidder desuden en lille ”falsk” gælle, som man antager skaffer ilt til nethinden i øjnene.



Figur 1.3: Hos regnbueørred er der fire gællebuer (A) med to rækker gælleblade (D) i gællehulen (C), som er afskærmet af gællelåget (B). Der er fire gæller i hver side. Foto: Henrik Rosendahl Kristiansen.

Gællebladene har en næsten fjerlignende struktur. De optager ilt fra vandet og udskiller kuldioxid. De er beskyttet af gællelåget. Gællebuerne med gællegitterstave fjerner fremmedlegemer i vandet.

Hvis en gælle tages ud og undersøges under mikroskop vil man se, at hvert gælleblad er sammensat af fine tråde med rig blodforsyning. Trådene kaldes gællefilamenter og er finere opdelt i lameller for få et stort areal.



Figur 1.4: Regnbueørredens gæller med de fire gællebuer. Foto: Henrik Rosendahl Kristiansen.

Når først munden og derefter gællelågene lukkes bliver der suget vand ind i mundhulen. Det udstødes igen igennem gællebladene. Her optages op til 85% af ilten i fiskens blod, som sendes videre til muskler og organer.

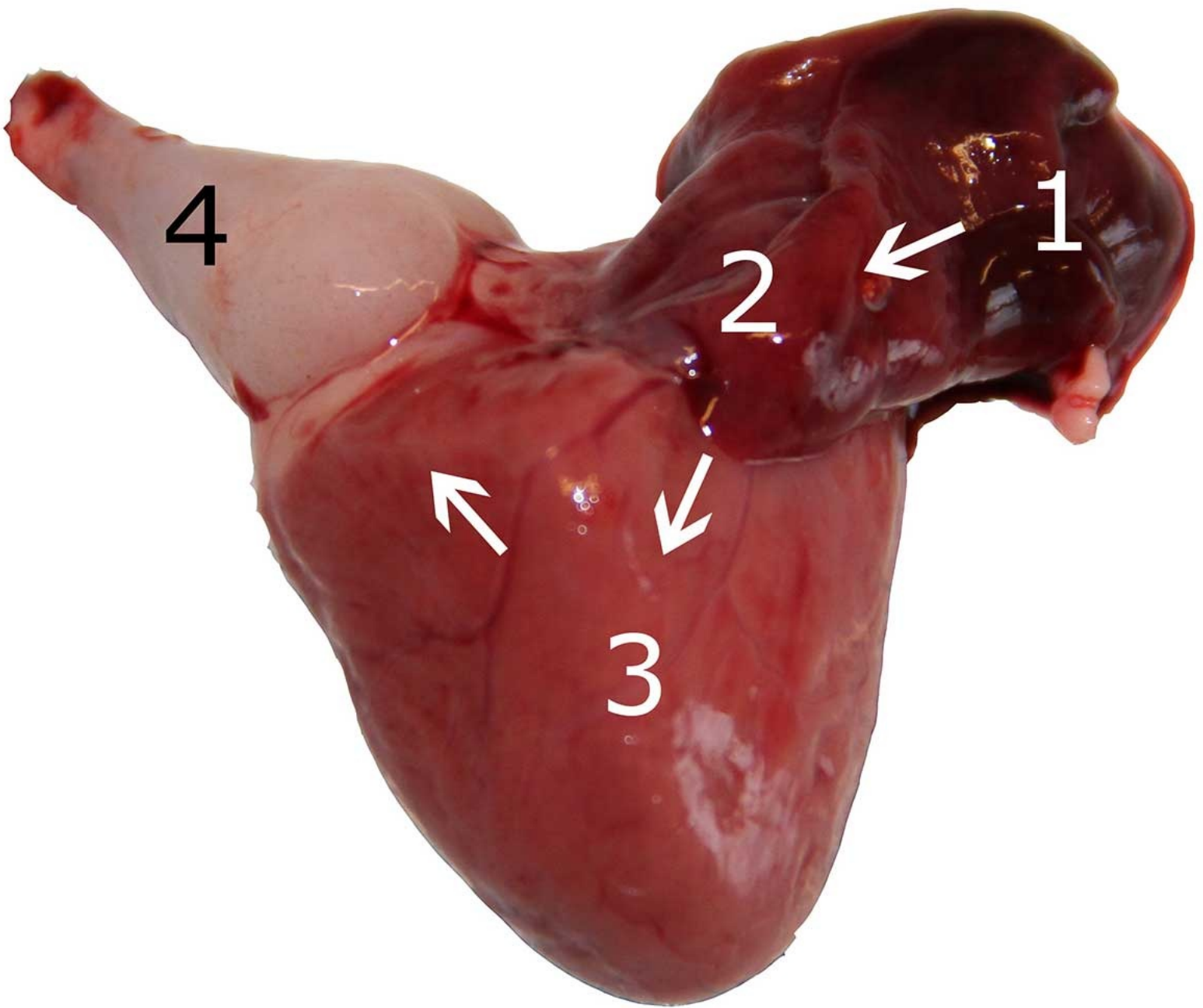
Hjertet

Hjertet er todelt og består af et tyndvægget mørkerødt forkammer, atrium, og et tykvægget hjertekammer, ventrikel. Før forkammeret findes den røde blodåresæk med sinusknuden, der fungerer som pacemaker og får hjertet til at slå. Efter hjertekammeret findes den hvidlige pulsåresvulst, som udjævner trykket, så de følsomme gæller ikke overbelastes.



Figur 1.5: Regnbueørredens hjerte i hjertesækken. Foto: Kurt Buchmann.

Hjertet pumper blod ud til gællerne. For at få det iltede vand til gællerne, åbner og lukker fisken munden samtidig med, at gællelågene lukkes i. Derved presses vandet forbi gællerne, så ilten kan optages i de blodrige røde gællelameller. Det iltede vand passerer i en retning, mens af-iltet blod passerer modsat.



Figur 1.6: Blodets vej gennem hjertet. Først trækker blodåresækken (1) sig sammen. Derefter forkammeret (2) og hjertekammeret (3), hvorefter det afiltede blod drives gennem pulsåresvulsten (4) til gællerne. Foto: Henrik Rosendahl Kristiansen.

Det iltede blod fortsætter videre ud til fiskens muskler og organer, hvor ilten optages i cellerne og kuldioxid udskilles til blodet. Blodet returneres til hjertet, hvor det passerer ind i blodåresækken til forkammeret. Derfra videre til hjertekammeret og gennem pulsåresvulsten til gællerne, hvor kuldioxid udskilles til vandet.

Hvis en fisk aflives, kan hjertet tages ud, og sammentrækningerne i forkammer og hjertekammer kan ses lang tid efter, fisken er død.

Fiskegællens funktioner

Iltoptagelse foregår primært i gællerne. Men der er fiskearter, f.eks. ål, hvor iltoptagelsen gennem huden er betydelig ligesom hos padder. Derfor kan ål ses på land i fugtige områder. Desuden kan f.eks. karper transporteres i en fugtig sæk.

Faktaboks:

De fleste fisk er helt afhængige af ilt opløst i vandet, men **opløseligheden af ilt** er generelt lav i vand.

Ilt angives som milligram ilt per liter (mg/l), hvilket betyder, at iltens vægt kun udgør nogle få milliontedele af vandets vægt. Hvis der er under 4 mg/l er det kritisk for de fleste fiskearter. Regnbueørred trives bedst, når der er mere end 6 mg/l og optimalt omkring 8 mg/l.

Opløseligheden af ilt falder, jo varmere vandet bliver. Så generelt kan der være mest ilt i koldt vand, hvilket kommer f.eks. ørreder til gode. Ilt opløses bedre i ferskvand end i saltvand, men opløseligheden fordobles fra overfladen til 10 meters dybde.

I havbrug kan fiskene søge nedad mod højere tryk og mere ilt. Som regel vil der også være koldere vand i de dybere lag og dermed mere ilt.

Tabel 1.2: Opløselighed af ilt som funktion af temperatur, tryk og saltholdighed.

Temperatur	Ferskvand		Saltvand 3,5%	
	1 atm	2 atm	1 atm	2 atm
0	14,6	29,2	11,2	22,4
5	12,8	25,5	9,9	19,7
10	11,3	22,6	8,8	17,6
15	10,1	20,2	7,9	15,9
20	9,1	18,2	7,2	14,4

Tallene viser den teoretiske maksimale mængde ilt (mætningsværdier). Men der er biologiske faktorer, som kan sænke iltindholdet.

- Bakterier bruger ilt til nedbrydning af dødt organisk stof
- Alger og planter bruger ilt om natten, men producerer ilt i dagslys
- Alle dyr forbruger ilt.

Derfor kan det være nødvendigt at måle ilt, da beregningerne i tabellen har en vis usikkerhed.

Problemer med ammoniak

Fisk udskiller kvælstof fra cellernes nedbrydning af protein i føden. Gællerne kan udskille ammoniak (NH_3) som omdannes til ammonium (NH_4^+) i vandet. Det foregår ved diffusion.

Faktaboks:

Diffusion betyder, at ammoniakken søger fra en høj koncentration i gællen mod en lavere koncentration i vandet. Hvis vandet indeholder meget ammoniak i forvejen, kan diffusion ikke finde sted, og det medfører, at ammoniak ophobes i gællerne, hvilket fiskene ikke kan tåle. Det kan medføre forgiftning og død, med mindre det ammoniakholdige vand udskiftes med rent vand.

Det er især, hvis biomassen af fisk er høj, det vil sige, at der er mange fisk i en lille mængde vand, og der samtidig fodres meget, at problemet med ammoniak kan opstå. Det hænger sammen med, at fiskene udskiller ammoniak. Desuden udskiller bakterier ammonium, mens de nedbryder fiskenes ekskrementer og foderrester.

Fisk kan generelt ikke tåle mere end 0,02 mg/l af den giftige ammoniak. Men det er surhedsgraden og temperaturen, som bestemmer om det ugiftige ammonium omdannes til ammoniak.

Tabel 1.3: Ammonium og ammoniak afhængig af surhedsgrad (pH) og temperatur.

		Ph				
Total ammonium	Temperatur	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
5 mg/l NH_4/NH_3	10	0,002	0,009	0,029	0,100	0,278
5 mg/l NH_4/NH_3	15	0,004	0,014	0,042	0,148	0,398

5 mg/l NH ₄ /NH ₃	20	0,006	0,021	0,061	0,210	0,567
---	----	-------	-------	-------	-------	-------

Rød farve markerer, at ammonium (NH₃) er højere end 0,02 mg/ltr med risiko for giftvirkning.

Tabellen viser, at der er lille risiko for, at fiskene tager skade af ammoniak, når vandet har en neutral surhedsgrad (pH=7). Derimod stiger risikoen i takt med, at vandet bliver mere basisk (pH>7).

Fiskegællen er vigtig for fiskens vand- og saltbalance, hvilket er en særlig udfordring hos de fisk, som vandrer i økosystemer, hvor saltholdigheden varierer. Et eksempel er regnbueørred, der lever sin ungdom i ferskvand, men vandrer ud i havet i en periode for at vokse og blive kønsmoden. Et andet eksempel er ålen, som gyder i Sargassohavet. Ålen lever den første tid i det åbne hav og søger derefter nærmere kysten og mod åer og søer for at vokse op.

Faktaboks:

Fisk kaldes for **anadrome**, når de vandrer fra ferskvand til saltvand for at gyde, i modsætning til **katadrome**, hvor vandringen sker fra saltvand mod ferskvand.

Vand og saltbalance

For både anadrome og katadrome fisk er det en udfordring at leve i vand, hvor saltindholdet varierer. Hvis fisk lever i saltvand, som indeholder mere end 0,9 % salt (fysiologisk saltvand) mister de vand. Vandet trænger ud af hud og gæller, og fiskene reagerer ved at drikke saltvand. På den måde får de vand, men kan ikke tåle det salt, som følger med. Det arbejder gællerne med at rette op på. De indeholder saltpumper (natrium/kalium pumper), som fjerner salt fra blodbanen ved at sende det ud i det salte vand. Nyren fjerner også nogle af saltene.

Når fisken er i ferskvand eller brakvand med under 0,9 % salt, er der mere salt i fiskens blod og kropsvæske end i vandet. Derfor trænger der vand ind gennem fiskens hud og gæller, og den mister salt til vandet. For at komme af med vandet, producerer fiskens nyre fortyndet urin, som indeholder så få salte som muligt. Urinen havner i en urinblære, som tømmes ud i vandet. For at få de mistede salte igen, arbejder saltpumperne i gællerne på at genvinde det tabte.

Faktaboks:

Osmose. Vands diffusion gennem en semipermeabel membran som følge af forskellig koncentration af opløste stoffer eller partikler på de to sider af membranen.

Et godt eksempel er, når man graver laks til at spise. Man kommer en blanding af sukker og salt på fileten. Vandet trænger ud af fileten, og kødet bliver gradvist mere tørt.

Fileten taber vand, fordi der er mere salt uden på fileten end indeni musklen, hvor der i blodkarrene og kropsvæsken er ca. 0,9 % salt. Det kaldes fysiologisk saltvand og svarer til, hvad der findes i blodet hos højerestående dyr.

Læs mere i [kapitel 9](#) om osmose

Fiskens evne til at regulere vand og salt, så den trives, kaldes osmoseregulering. Det fungerer godt, når vandtemperaturen er i fiskens trivselsområde. For regnbueørred er det omkring 5-20 grader. Bliver vandet meget koldt, har laksefisk svært ved at regulere saltbalancen. Det er vigtigt at være opmærksom på f.eks. i havbrug, hvis der er isvinter. Det bliver sjældent et problem i dambrug med ferskvand, fordi man anvender grundvand, kildevand eller åvand som normalt er lidt varmere end nul grader om vinteren.

Fiskens sanser

Øjnene

Fiskens store øjne sidder sidestillet på hovedet. Synet er særligt godt med begge øjne i en vinkel på ca. 30 grader foran munden. Desuden kan fisk se mindre skarpt til begge sider og finjustere ved at dreje hovedet eller hele kroppen. Bagud er der blindt synsfelt, hvilket betyder at man kan nærme sig fisk bagfra, uden at de skræmmes.

Pupillerne i et fiskeøje flytter sig som en kameralinse, når synet stilles skarpt. Fisken har ikke øjenlåg til f.eks. at dæmpe skarpt sollys. Farvesynet fungerer udmærket i dagslys, men i mørke ser fisken gråtoneskalaen og kan sagtens jage bytte selv i månelys. Øjnene kan også opfatte ultraviolet lys især i yngelstadiet og hos kønsmodne fisk.

Lugte- og smagssansen

Regnbueørred har lugtegruber, hvor vandet passerer forbi fintfølede nerveceller. Desuden har fiskene smagsløg. Lugtegruberne er fuldt udviklet ved klækning, mens smagsløg først udvikles en

uge senere. Lugte- og smagssansen har betydning for fiskens opfattelse af foderet, som igen påvirker appetitten. Desuden reagerer fiskene på lugten af hormoner, galdesalte som dannes i leveren og aminosyrer fra nedbrydning af foderet m.m.

Følesansen

Sidelinjen er et vibrationsorgan, som næsten er sammenfaldende med den lyserøde stribe på kroppen. Der findes små åbninger, som kan registrere trykbølger. De anvendes, når fisken navigerer f.eks. i mørke, og registrerer fjender som f.eks. marsvin, skarv og fiskehejre.

Ørerne

De indre ører sidder på hver side af hjernen. De er små væskefyldte hulrum med kalkholdige øresten. Ørerne benyttes til at orientere fisken i forhold til tyngdekraften og er et balanceorgan. Hvis de indre ører beskadiges, svømmer fisken i en unormal stilling.

Fordøjelsen

Mave-tarmsystemet

Regnbueørred er rovfisk, som spiser insekter, krebsdyr og fisk. Derfor har de små skarpe tænder til at fastholde byttet. Regnbueørreder i opdræt fodres med foderpiller fremstillet på en fabrik. Under fodring svømmer fiskene op imod foderpillerne. Som regel spiser de i et begrænset tidsrum, indtil de er mætte.

Faktaboks:

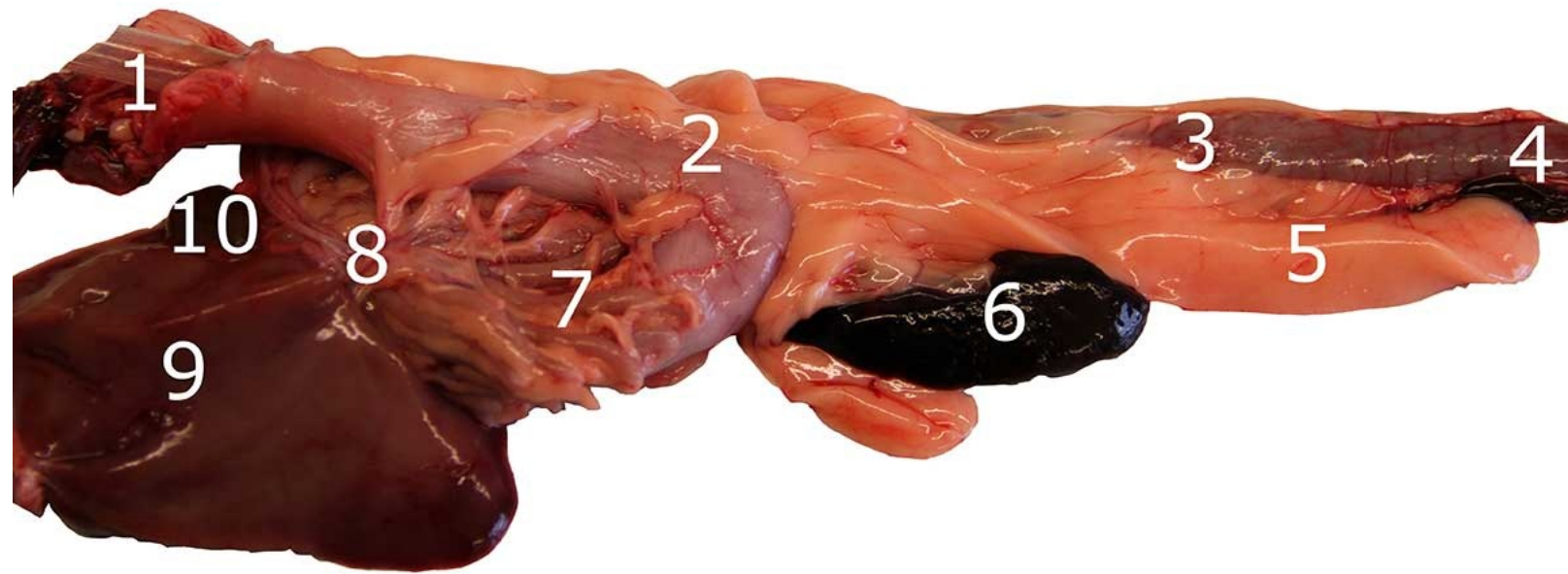
Mave-tarmsystemet udgør ca. 10 % af organvægten hos en gydemoden hunfisk og ca. 29 % hos en hunfisk uden rogn. Tallet er 44 % hvis lever og milt regnes med, og 56 % inklusiv nyren.

Mave-tarmsystemet er opbygget som hos en typisk rovfisk med en mavesæk og en forholdsvis kort tyndtarm. Føden havner i den U-formede mave, som har riller på indersiden og er dækket af slim.

Foderets vandring gennem kroppen

Foderet sluges og blandes med sur, enzymholdig mavesaft, så det svulmer op og omdannes til en øllebrødsagtig masse ved hjælp af mavens sammentrækninger.

Fodermassen presses igennem mavens snævre åbning og ind i tolvfingertarmen. En envejsventil forhindrer tilbageløb fra tarmen til maven. Tolvfingertarmen er stor og har mange pølseformede udposninger belagt med fedt. Tarmudposningerne bidrager til fordøjelse og optagelse af foderets næringsstoffer.



Figur 1.7: Tekst: Mavetarm-systemet. Spiserør (1), mave (2), tyndtarm (3), endetarm (4), tarmfedt (5), milt (6), pyloriske blindtarme (7), portåre (8), lever (9), galdeblære (10). Foto: Henrik Rosendahl Kristiansen.

Bugspytkirtlen er skjult i tolvfingertarmens fedtvæv. Kirtlen tilfører hormoner direkte til blodet og fordøjelsesenzymer til galden, som føres videre til mavetarmkanalen. Galden produceres i leveren, som ligger foran maven, og opmagasineres i den lille grønlig galdeblære på leverens underside.

Fodermassen fortsætter videre fra tolvfingertarmen og igennem tyndtarmen, som fortsætter langs bughulen helt hen til gattet og har udmundning foran gatfinnen. Når tarmen er fuld, bliver ekskrementerne udskilt, synker gennem vandet og opløses efterhånden i vandet.

Stofskifte og vækst

Regnbueørred er poikiloterme. Det betyder, at deres stofskifte stiger, jo varmere vandet er. Dog kun op til ca. 20 grader, fordi ædelysten forsvinder ved højere temperaturer. Det benyttes i vækstmodeller, når man skal forudsige f.eks. hvor hurtigt yngel kan vokse til en portionsfisk. Desuden skal man kende fiskens vægt, fordi små fisk indtager relativt mere føde end store fisk.

Foderfirmaerne laver vejledende fodertabeller, hvor dambrugeren kan vælge den lavest mulige foderkvotient, (FK=kg foder/kg produceret fisk), og derved få en bedre foderudnyttelse. Alternativt vælges optimal fodring, hvor fiskene vokser hurtigere, men foderkvotienten øges.

Næringsstofferne styrer væksten

I Danmark har man udviklet en vækstmodel, som er et beregningsprincip, der er velegnet til at styre fodermængden (tons foder) og beregne biomassen (tons fisk) i anlæggene.

Modellen kræver, at man måler temperaturen, kender fiskens størrelse i begyndelsen og energimængden i foderet, hvilket fremgår af deklARATIONEN. Beregningen forudsætter, at fiskens vækst svarer til energiindholdet i foderet minus energitabet til ekskrementer, urin, varme og energiforbrug.

Grundlaget for vækst er protein, fedt og kulhydrat i foderet, som nedbrydes til bl.a. aminosyrer, fedtsyrer og sakkarider i fisken. De føres med blodbanen til leveren som er en slags central for stofskiftet. Nogle stoffer aflejres i leveren, mens andre føres med blodet rundt i fiskens krop.

En fiskekrop er en stor muskel, som har behov for energi til svømning og til at vokse. Hvis fisken indtager mere energi, end den forbruger, så vokser den. Musklerne er proteinrige, og deres vækst afhænger af tilførslen af aminosyrer. De transporteres med blodet ind i muskelcellerne, hvor proteinsyntesen i gang.

Det er især det rødlige myoglobin, som transporterer ilt fra blodet og til muskelfibrene. Det giver sig udslag i laksens rødlige farve. Naturlige farvestoffer spiller også en rolle. Især astaxanthin, som giver en stærkt rødlig farve. Det findes naturligt i f.eks. rejer, men foderfirmaerne tilsætter et lignende farvestof i foderpillerne.

Aldersbestemmelse af fisk

Fiskens fortsatte vækst afhænger af fodringen, som igen afhænger af vandets temperatur og indhold af ilt. Hvis fisk får lov at vokse, kan de blive meget store, helt op til 25 kg i naturen og noget mindre i dambrug. Så snart fisken bliver kønsmoden, vokser den ikke så meget, fordi det kræver meget energi at danne æg og sæd.

Hvis man vil følge væksten af udvalgte fisk, skal de kunne genkendes. Det mest sikre er at mærke dem f.eks. med finneklipping, farvede prikker eller elektronisk, kaldet [pit-tagging](#).

Fiskens årlige vækst kan også bestemmes indirekte ved at tælle årringe i skæl og øresten. Det er muligt at finde alderen, fordi fisken vokser hurtigere om sommeren end om vinteren. Der opstår sommer- og vinterringe som kan tælles, især hos vilde fisk, men ofte også hos tamfisk.

Kønsbestemmelse og kønsorganer

Hos yngel kræver det en genetisk analyse at bestemme kønnet. Hos sættefisk og portionsfisk er kønsbestemmelse vanskelig, med mindre fisken aflives. Så kan man afgøre kønnet ud fra gonaderne, sæd eller rognstrengene, forudsat de er tilstrækkeligt udviklede.

Fiskene er normalt ca. tre år, når de er kønsmodne. Hannerne bliver det som regel før hunnerne. De ændrer farve og kommer i gydedragt. Hud og slimlag ændres, så skællene ikke sidder løst. Hannerne bliver aggressive og forsvare et territorium. Hunnerne får en udspilet stålgrå bug på grund af rognækkene, og læggebrodden, urogenitalpapillen, bliver udspilet.



Avlsfisk af hunkøn på 60 cm og en vægt på 2.860 gram. Bugen er fyldig, fordi den er fyldt med rogn, og læggebrodden er udspilet.

Foto: Henrik Rosendahl Kristiansen.



Kropshule med frigjorte modne æg, milt, pylorus, svømmeblære og lever. Foto: Kurt Buchmann.

Lys, temperatur og daglængde er afgørende for, hvornår på året fiskene bliver modne. Altså det tidspunkt på året, hvor de kan afstryges befrugtningsdygtige æg og sæd. I naturen sker gydningen sent om vinteren eller først på foråret. Så er ynglen er klar, når levebetingelserne er bedst.

Styring af kønsmodning

Dambrugeren kan følge fiskenes naturlige modningstidspunkt eller styre det med lyset og på den måde ændre daglængden. Gennem intensiv avl kan man fremavle stammer, der kønsmodner om sommeren eller efteråret og dermed tilpasses dambrugernes behov og ønsker. I Danmark kan der produceres æg året rundt.

[Se mere i kapitel 2 om avlsdambrug.](#)

Spørgsmål:

1. Hvad betyder det, at regnbueørreder er vekselvarme?
2. Har en regnbueørred øjenlåg?
3. Hvad er gællernes primære funktion?
4. Hvad er poikiloterme?
5. Hvordan kan man bestemme en regnbueørreds alder?
6. Hvornår bliver regnbueørreder normalt kønsmodne?

Kapitel 2: Dambrug

Avlsdambrug

Avlsdambrug er traditionelle lavteknologiske dambrug, der udgør rygraden i Danmarks ørredproduktion. Der er ca. 20 avlsdambrug i Danmark, som sælger æg til danske og udenlandske fiskeopdrættere. Deres æg er i høj kurs over hele kloden. Det skyldes, at de giver fisk af høj kvalitet, og at avlsbrugene er fri for en række alvorlige sygdomme.

Avlsdambrugene har den højeste sundhedsstatus og ligger i den sygdomsfri "Kategori I" i Fødevarestyrelsens register over de vigtigste sygdomme i dansk akvakultur. Dambrugene må levere æg og fisk til alle andre dambrug, mens de kun må modtage æg og fisk fra dambrug med samme sygdomsfri status. Derfor har avlsdambrugene særlige forudsætninger for at producere æg, yngel og sættefisk til videre opdræt i produktionsdambrug og i havbrug.

En lang tradition med familieavl

Det danske avlsarbejde på ørreder bygger på godt håndværk og mange års erfaring. Avlsbrugerne udvælger ofte næste generation af fisk ud fra størrelse, form, farve eller andre egenskaber, som kan ses med det blotte øje eller måles. Men denne metode sikrer ikke altid maksimal avlsfremgang. Derfor rummer forskningsbaseret avlsarbejde på fisk et stort og uudnyttet potentiale.



Fousing Dambrug. Foto: Mikkel Staadsen-Boesen.



Nystrøgne æg. Foto: Kurt Buchmann.

Forskningsbaseret avlsarbejde

Formålet med avlsarbejdet er at forbedre husdyrs egenskaber. Vi kender det især fra landbruget, hvor man i en lang årrække har anvendt avlsarbejde baseret på forskning til at få f.eks. bedre kvæg, svin og kyllinger.

Faktaboks:

Avlsarbejdet har betydet større produktivitet.

- I 1960 tog det ca. 80 dage at opdrætte en kylling på 1400 gram, i dag tager det kun ca. 30 dage.
- Den danske bestand af malkekøer er i runde tal halveret siden 1970, men produktionen af mælk er stort set den samme.
- Produktionstiden for slagteklare laks i norske dambrug er reduceret fra 24 til 14 måneder.

Fire egenskaber er særlig vigtige

I gennem avlsarbejdet ændres sammensætningen af fiskenes arveanlæg. Andelen af gener med de ønskede egenskaber øges. Der kan indgå flere egenskaber i avlsarbejdet og tilsammen udgør de et avlsmål. De enkelte avlsbrug kan have forskellige avlsmål, men de vigtigste egenskaber er typisk:

- Væksthastighed, som har stor betydning for lønsomheden.
- Tidspunkt for kønsmodning, som er særlig relevant for havbrugsfisk.
- Kvalitet, som f.eks. konsistens, filet farve og filetudbytte.
- [Sygdomsresistens, f.eks. mod ILA eller IPN](#)

I et avlsprogram kan egenskaberne i avlsmålet være vægtet forskelligt, så f.eks. væksthastighed vægtes med 40 %, kvalitet med 20 % etc.

De fleste egenskaber afhænger af både arv og miljø

Faktaboks:

I avlsarbejde skelnes mellem **kvantitative** og **kvalitative** egenskaber. De kvalitative egenskaber styres af Ét gen. Det gælder f.eks. øjenfarve, blodtype og en række sygdomme. Disse egenskaber påvirkes ikke af det miljø, som fisken opdrættes i.

De kvantitative egenskaber som f.eks. tilvækst og kvalitet er mere komplicerede. De påvirkes af mange gener, og de påvirkes også af miljøet.

De fleste egenskaber i avlsarbejdet er kvantitative. De kan "beskrives" ved følgende ligning:

Fænotype = Gener + miljø

Fænotypen er fiskens "fremtoningspræg", dvs. vægt, størrelse etc.

Gode gener kan ikke altid ses med det blotte øje

Fænotypen bestemmes således af både fiskens arv og de miljøfaktorer, som den vokser op i. Ved avlsarbejde er det arven, der er vigtig, fordi den kan nedarves til fiskens afkom. Derfor er det farligt at udvælge de "bedste" fisk ved kun at se på dem.

Fænotype = gener + miljø



Fænotype, arv og miljø. Animation: Mikkel Staadsen-Boesen.

Hvis man kun vælger ud fra udseendet, ville den øverste fisk på tegningen vinde, fordi den er størst. Men det skyldes, at den er opvokset i et bedre miljø. Den har ikke de "bedste" gener. Den nederste fisk, som er mindre, har faktisk de "bedste" gener. Derfor er det en bedre avlsfisk.

"Rentes-rente" princippet

Avlsfremgange, der er opnået i én generation, lægges til fremgangen i de kommende generationer. Det kaldes en avlstrappe. Trappen stiger Ét trin for hver generation, og derfor er avlsarbejdet aldrig spildt, men der kan være forskel på, hvor store trinnene er.

Den største avlsfremgang sker, når der er stor variation mellem individer for den egenskab, der avles på. Her har fisk en særlig fordel. Dels fordi der er mange individer pr. familie, og fordi fisk har en stor variation i de fleste af de arvelige egenskaber. Ulempen er, at avlsarbejdet tager lang tid. Der kan gå op til 10 år (tre generationer), før der er opnået væsentlige gevinster.

Faktaboks:

Arvbarhed beskriver, hvor stor en del af variationen i en egenskab, der skyldes arv. Arvbarhed har en værdi mellem 0 og 1.

Egenskaber som f.eks. vækst og filetudbytte har en høj arvbarhed (miljøet har mindre betydning), mens en egenskab som f.eks. overlevelse har en lav arvbarhed (miljøet har stor betydning).

Det har stor betydning for, hvordan man udvælger de fisk, man ønsker at avle videre på. Det kaldes selektionsmetoder.

Flere forskellige selektionsmetoder

Selektionsmetoden afhænger af, hvor avanceret avlsbruget er. De fleste mindre danske avlsbrug bruger fænotypisk selektion, hvor de bedste fisk vælges alene ud fra deres udseende.

Metoden er derfor mest velegnet til egenskaber med en høj arvbarhed. Den har den fordel, at den er meget nem, og at den ikke stiller store krav til avlsbrugets indretning. Der er f.eks. ikke behov for at mærke fiskene. Ulempen er, at man ikke ved, om fiskene er i familie og derfor ikke har mulighed for at kontrollere indavl.

De mere avancerede avlsbrug anvender egentlige avlsprogrammer, hvor der anvendes familieselektion. Der kræver, at fiskene mærkes med f.eks. PIT- tag, eller at man bruger DNA teknologier. PIT-tag indeholder fiskens ID-nummer. Det lægges ind i fiskenes bughule eller muskel ved hjælp af en kanyle, og mærket aflæses med en scanner.



Pit-tagging af avlsfisk. Foto: Kristian Meier.

Med DNA teknologier er det muligt at tage en vævsprøve og identificere fisk via deres genetiske "fingeraftryk". Fiskenes egenskaber måles og registreres, og de bedste fisk udvælges til næste generation. Alle relevante informationer om f.eks. vækst, foderforbrug, klækning, dødelighed registreres i en database, som udgør kernen i avlsarbejdet. Avlsværdierne på fiskene beregnes ud fra registreringerne, dvs. de bedste avlsfisk udpeges i forhold til avlsmålet – og udgør dermed grundstammen i næste generation.

Pas på med indavl

Det er vigtigt at kontrollere indavl. Det forholdsvis store antal individer i hver familie indebærer en risiko for, at man udvælger mange forældrefisk fra en enkelt familie. Det øger risikoen for indavl, og dermed mindre mulighed for avlsfremgange i senere generationer.

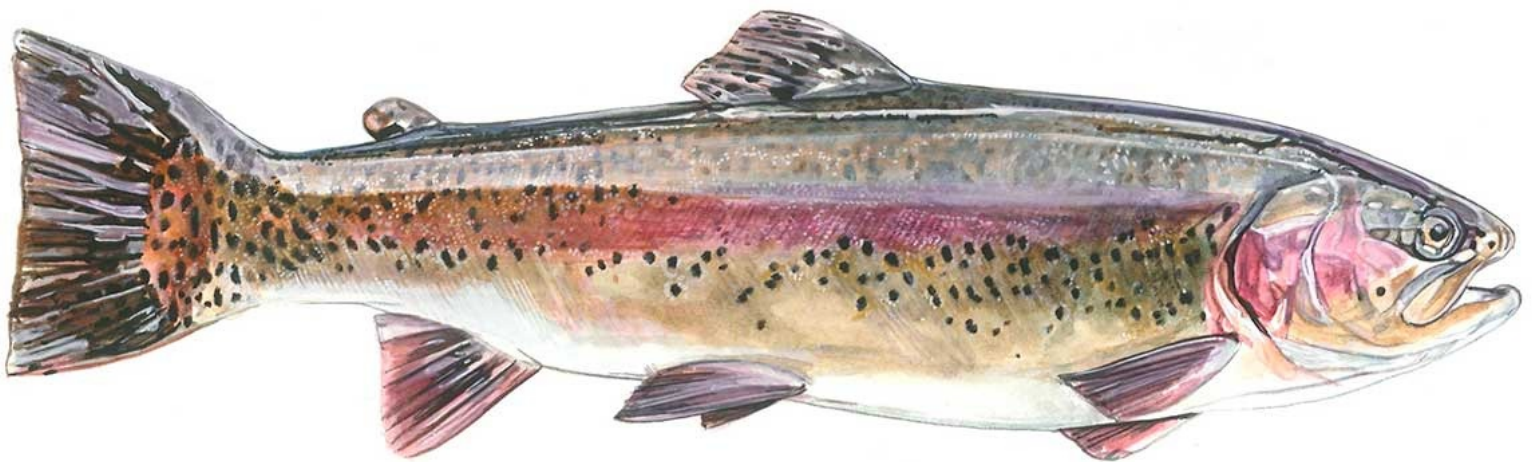
Graden af indavl kan kontrolleres på to måder. Hvordan fiskene udvælges, og hvordan de efterfølgende parres. I forhold til det første kan man undlade kun at vælge fisk med de bedste

egenskaber. Det giver en større variation, men medfører, at der på kort sigt sker en mindre avlsfremgang. Målt over flere generationer vil fremgangen dog blive større.

Med hensyn til parringen, kan man udarbejde et parringsdesign, hvis man kender slægtskabet mellem fiskene, så man undgår at parre fisk, som er i tæt familie.

Moderfisk

Moderfisk er en fælles betegnelse for kønsmodne hanner og hunner, der benyttes til produktion af øjenæg og yngel. Øjenæg er befrugtede æg, der er halvejs mod klækning. Kønsmodningen hos regnbueørred hanner sker som regel i to-års alderen, mens hunnerne kønsmodnes, når de er ca. tre år gamle.



ANNE HVIID NICOLAISEN

Figur 2.2. Avlsfisk - typisk med en vægt på mellem 0,5 og 6 kilo . Illustration: Anne Hviid Nicolaisen.

Moderfisk er følsomme og skal håndteres forsigtigt. De har et slimlag yderst på huden, som beskytter dem mod angreb af svamp, der kan være dødeligt. Det er derfor vigtigt at bevare slimlaget.

Sæden fra hanfisk kaldes også for mælk.

I naturen gyder fisk æg og sæd, når de er kønsmodne. I opdræt gælder det også for nogle (især marine) arter, hvor man så efterfølgende opsamler de befrugtede æg til klækning i særlige beholdere. I opdræt af bl.a. laksefisk, f.eks. ørred og laks, stryges æg og sæd af hunnerne og hannerne. Afhængig af fiskestørrelse og alder producerer en hunfisk ca. 1.500 – 2.000 æg/kg og ca. 10.000 æg/l.

Klækkeri

Klækkerier kan være gennemstrømsanlæg, men et stigende antal dambrugere anvender recirkulationsteknologi. Klækkerierne er forsynet med klækkerender, hvori der ligger klækkebakker til de befrugtede æg.



Klækkeri med klækkebakker på Fousing Dambrug. Foto: Mikkel Staadsen-Boesen.

I klækkerier med recirkulationsteknologi forsynes æggene normalt med beluftet vand fra en højdetank (se foto af klækkeri). Vandet passerer gennem bakkerne og løber til et reservoir i gulvniveau, hvorfra en dykpumpe pumper vandet op over et rislefilter på toppen af højdetanken.

Temperaturen i klækkevandet holdes stabil omkring 7 °C ved hjælp af et termostatstyret varmelegeme. For at undgå infektion med sygdomme kan vandet steriliseres med UV-lys. Inden de befrugtede æg lægges ind i klækkeriet, skal det desinficeres.

Strygning af æg og sæd

Enkelte fisk fra en årgang udvælges til videre opdræt til moderfisk, eller måske rettere avlsfisk. Udvælgelsen sker ud fra, hvor godt fiskene har klaret sig i forhold til vækst, foderudnyttelse, modstandsdygtighed overfor sygdomme osv. Fiskene udvælges altså med særligt ønskede arvelige egenskaber, som kan forbedre udbyttet i opdrættet.

Avlsfisk mærkes elektronisk og registreres i en database med fiskens særlige egenskaber. Mærket kan lægges under huden på fiskene og aflæses med en scanner, så man hurtigt kan genfinde ønskede moderfisk til produktion af befrugtede æg.

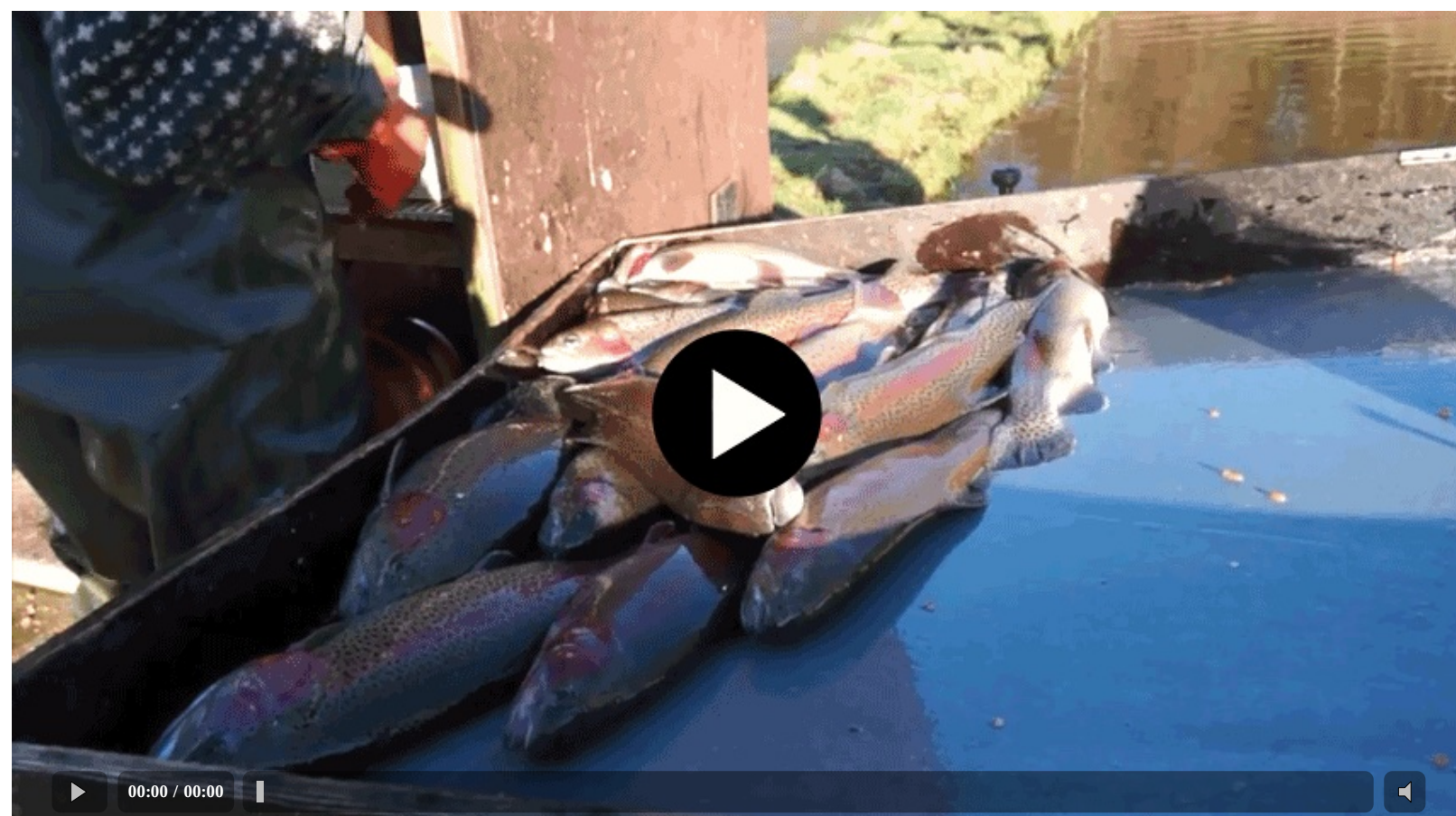


En regnbueørred får indsat et elektronisk mærke. Foto: Torben Nielsen.

Udviklingen af æg og sæd i fiskene følges i ugerne før strygning. Det er helt afgørende, at strygning af æg sker lige omkring modningstidspunktet.

Fodring af moderfiskene stoppes mindst 14 dage før strygning. En moden hun har en stålgrå og fast bug, og æggelederen er synlig.

Før strygningen skal man sikre sig, at al udstyr (klækkerender og bakker, slanger, spande, bægre m.v.) er desinficeret i iodophor, Actomar K30 eller tilsvarende desinfektionsmiddel.



Inden strygning skal fiskene bedøves og sorteres. Fotograf: Mikkel Staadsen-Boesen.

Fiskene skal bedøves

De strygemodne han og hunfisk flyttes over i separate kar. Inden strygning bedøves fiskene, fordi bedøvede fisk er nemmere at håndtere, og det giver mindre skader på slimlaget. En afslappet fisk er også nemmere at stryge.

Hver fisk bedøves og aftørres, elektronisk nummer, vægt, længde og andre data registreres eventuelt. Med den ene hånd holdes fisken ved haleroden. Fisken skal have en vinkel på ca. 45 grader med hovedet opad, og med kønsåbningen lige ud for kanten af spanden. På den måde kommer der ikke vand, slim og maveindhold i æggene.



Afstrygning af moderfisk. Foto: Kristian Meier.

Æggene stryges fra hunnen ved at presse forsigtigt med den anden hånds tommelfinger langs bugen, og lade de øvrige fingre følge efter langs siden af fisken ned mod gattet i et ganske let pres, så æggene kommer som perler på en snor.



Strygning af æg på Fousing Dambrug. Fotograf: Mikkel Staadsen-Boesen.

På samme måde presses sæden fra hanfisk ud i separate beholdere. Efter stryging sættes fiskene over i et opvågningskar med iltrigt vand.

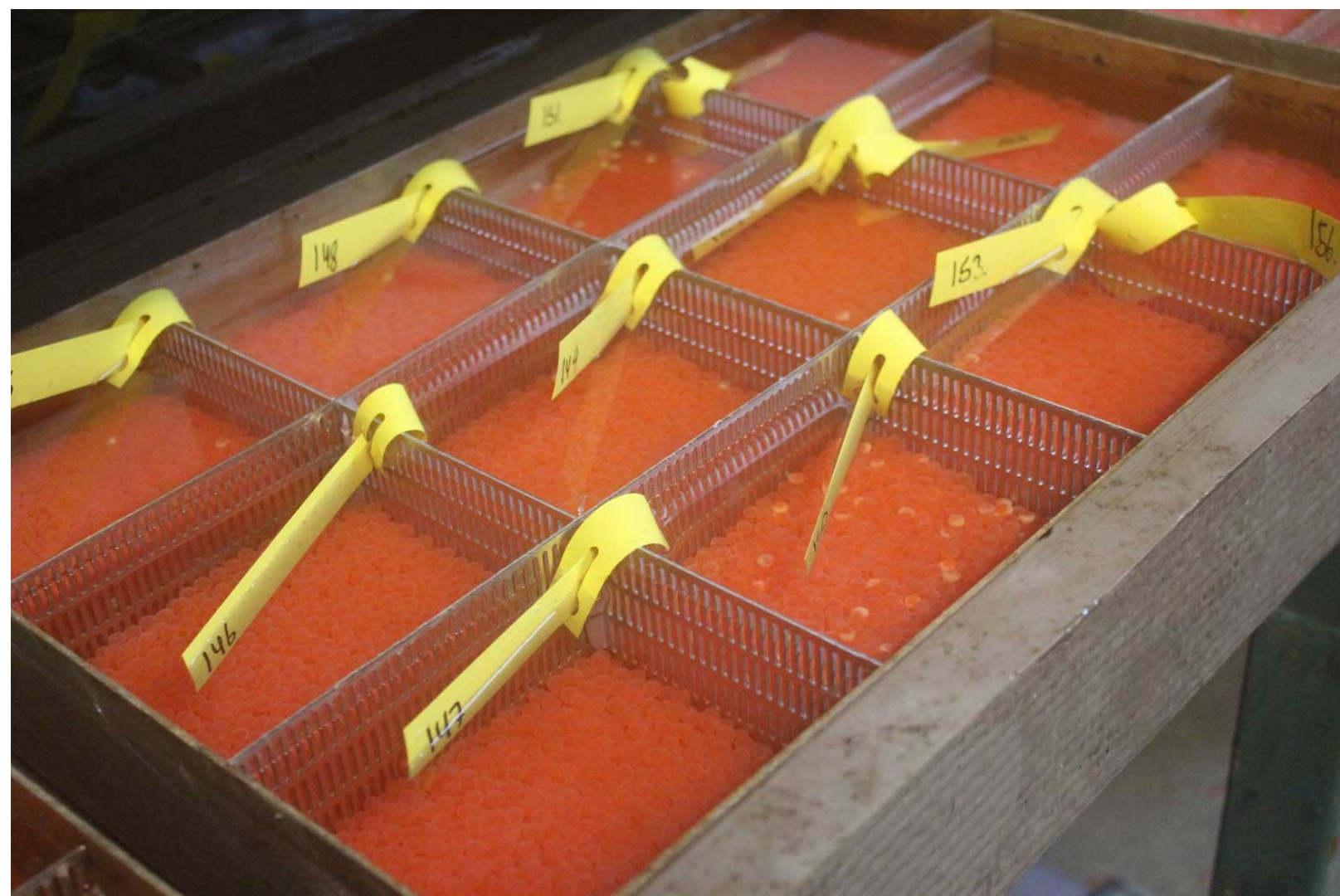
Befrugtning af æg

Æggene befrugtes ved tørbefrugtning, hvor en portion æg blandes med lidt sæd, og der røres forsigtigt rundt med en ske eller lignende. Flere dambrug benytter avlsprogrammer, hvor udvalgte han og hunfisk krydses på en bestemt måde og holdes adskilt i familier med særlige egenskaber i produktionen.



Æg og sæd blandes. Foto: Henrik Rosendahl Kristiansen.

Befrugtningen finder sted, så snart mælk tilsættes æggene. Blandingen står i mindst 10 minutter ved ca. 7 °C for at afslutte befrugtningen. De befrugtede æg skylles forsigtigt, gerne i 0,9 % saltvand, for at fjerne overskydende mælk, æggeskaller og andet organisk materiale og dermed forebygge skimmel.



Befrugtede æg fra et avlsprogram. Foto: Kristian Meier.

Daglig pasning af æg:

- Ubefrugtede døde æg er hvide og fjernes med pincet eller hævert
- Hver dag tjekkes vandets gennemstrømning
- Klækkebakkerne løftes forsigtigt et par cm for at skabe lidt turbulens ved æggene
- Evt. anvendes en iltmåler, fordi æg skal have ca. 8 milligram ilt/l
- Forebyggende vanddesinfektion mod skimmel
- Æggeskaller fjernes med hævert lige efter klækningen, ellers tilstopper klækkebakkerne.

Æggene anbringes i bakker i klækkerenderne, og skal stå et uforstyrret og mørkt sted med en rolig vandstrøm i ca. to timer ved 7 °C, mens de opsuger vand. Under vandoptagelsen øges æggens volumen med ca. 40 %, og de er meget følsomme over for stød. I de efterfølgende timer er æggene ret robuste og kan evt. desinficeres. Æggene står i bakkerne ved optimalt 7 °C.

Æggene er meget følsomme over for lys og skal beskyttes mod direkte sollys. I det hele taget skal der være så mørkt som muligt. Enten skal æggene dækkes helt til eller der anvendes lysstofrør nr. 82 under pilning af døde æg og rengøring af æggene.

Faktaboks:

Daggrader:

Antallet af daggrader er defineret som antal dage X periodens middeltemperatur i °C.

Eksempel: Over 10 dage måles følgende daglige gennemsnitsvandtemperaturer

Dag 1: 7,0 °C

Dag 2: 7,0 °C

Dag 3: 7,5 °C

Dag 4: 7,5 °C

Dag 5: 6,5 °C

Dag 6: 7,5 °C

Dag 7: 8,5 °C

Dag 8: 8,0 °C

Dag 9: 8,0 °C

Dag 10: 8,5 °C

Periodens gennemsnitsvandtemperatur er $7+7+7,5+7,5+6,5+7,5+8,5+8,0+8,0+8,5$ °C / 10 = 76,0/10 = 7,6 °C. Antallet af daggrader er derfor $10 \times 7,6 = 76$ daggrader.

Ægudvikling og klækning



Øjenæg. Foto: Torben Nielsen.

Når æggene er ca. halvvejs mod klækning kan man skimte to mørke pletter. Det er fiskelarvens øjne, og æggene kaldes derfor øjenæg. Det sker efter 180 - 200 daggrader. Øjenæggene er robuste og kan håndteres og skylles for at fjerne urenheder m.m. Efter ca. 300–350 daggrader klækkes æggene.



ANNE HVIID NICOLAISEN

Blommesæk yngel vejer mellem 0,1 og 0,2 gram. Illustration: Anne Hviid Nicolaisen.

I de første dage efter klækning, får ynglen næring fra blommesækken. Når blommen er ved at være opbrugt, og munden er fuldt udviklet, svømmer ynglen op til overfladen for at fylde svømmeblæren med luft og begynder at søge føde. Det sker omkring 120 daggrader efter at æggene er klækket.



ANNE HVIID NICOLAISEN

De små ørreder søger mod overfladen. På dette stadie kaldes de swim-up og vejer mellem 0,2 og 0,5 gram. Illustration: Anne Hviid Nicolaisen.

Ynglen kan nu få lidt startfoder i bakkerne for at komme i gang med at spise. Det kan være vanskeligt at holde god hygiejne i bakkerne, når der fodres med tørfoder, og derfor bør ynglen inden for få dage flyttes til kar i et yngelanlæg.

Yngel og sættefisk

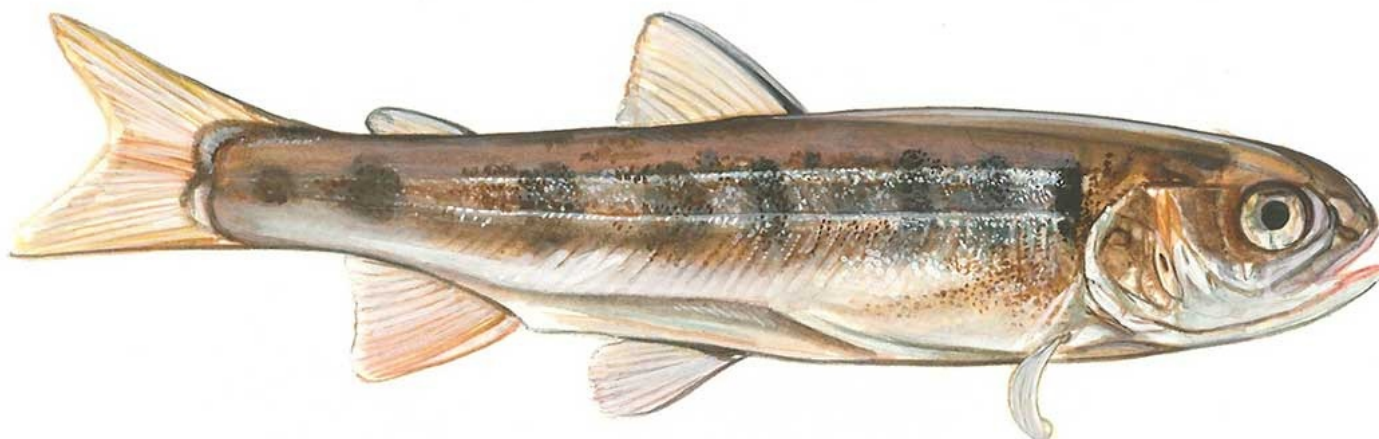
Yngelanlægget kan være et gennemstrømsanlæg med betonkummer. Vandforsyningen kan være fra en kilde, grundvand eller et vandløb. Det bedste er kildevand eller en boring, fordi der er mindre risiko for sygdomssmitte. Desuden er temperaturen mere konstant, vandforsyningen er stabil og kvaliteten af vandet er højere.

Nogle yngelproducenter anvender recirkulationsanlæg. Så kan fiskene opdrættes ved en højere temperatur. Det sikrer en bedre og mere stabil vandkvalitet, som betyder at fiskene vokser hurtigt og trives bedre.



Yngel af regnbueørred. Foto: Villy J. Larsen.

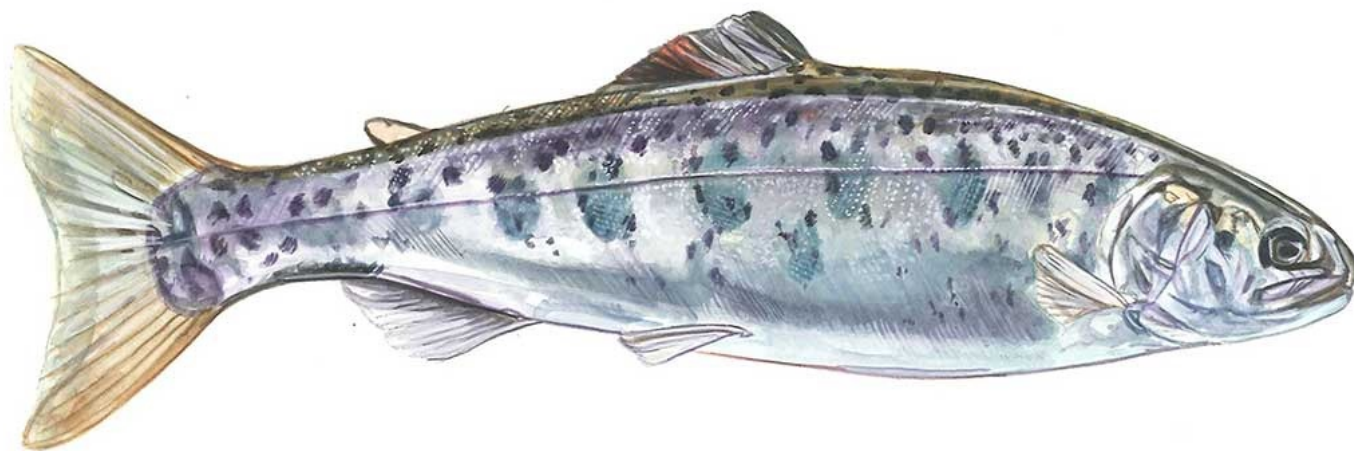
Ynglen fodres med fodergranulat, som er små piller på omkring 0,5 mm. Fodringen skal begynde, inden blommesækken er brugt helt op for at sikre, at flest mulige fisk bliver vænnet til tørfoder. Foderet tildeles i overskud, så man er sikker på, at alle fisk får tilbudt foder.



ANNE HVIID NICOLAISEN

Yngel med en vægt på mellem 0,5 og 10 gram. Illustration: Anne Hviid Nicolaisen.

Det er meget vigtigt, at foderrester og fækalier fjernes dagligt for at holde god hygiejne i karrene. I takt med, at fiskene vokser, justeres pillestørrelse og den daglige ration. Yngelstadiet varer ca. 500 daggrader, hvor fiskene vokser til en vægt på omkring fem gram.



ANNE HVIID NICOLAISEN

Sættefisk. Illustration Anne Hviid Nicolaisen.

Nu kaldes de sættefisk og kan de følgende 2 – 3 måneder vokse til de vejer ca. 50 gram. De sælges ofte videre til opdræt til konsumstørrelse i et produktionsdambrug – eller som sættefisk til havbrug.

Begrebet sættefisk er ikke entydigt, fordi regnbueørreder på ca. 800 gram til udsætning i saltvand i havbrug også kaldes sættefisk.

Produktionsanlæg

Traditionelle dambrug

I et traditionelt dansk dambrug kommer vandet fra et vandløb eller en å og løber gennem dambruget drevet af tyngdekraften.



Åstruplund Dambrug. Foto: Lisbeth J. Plessner.

Oprindeligt blev dammene gravet direkte i jorden i ådalene, men nogle af de traditionelle dambrug har erstattet jorddammene med damme af f.eks. beton.

I begyndelsen skete ørredproduktionen typisk ved, at vandet blev stemmet op i vandløbet ved et stemmeværk. Efter det havde været igennem dambruget, blev det så ledt tilbage i åen uden nogen egentlig rensning.

Faktaboks:

Et **stemmeværk** er en konstruktion udført som en "dæmning" beregnet til at opstemme og kontrollere vandmængder. Det tilløbende vand bliver holdt tilbage, indtil værkets overkant/krone bliver nået og skaber overløb.

Stemmeværket er forsynet med en port (plade, der kan hæves eller sænkes) til regulering af gennemstrømmende vandmængder, og kan være integreret med en vandmølle, en vandturbine til produktion af elektricitet, en faunapassage samt en fisketrappe.

Et stemmeværk kan have flere formål, blandt andet regulering af åløb, opsamling af vand til en vandforsyning og opdæmning for en menneskeskabt sø.

Kilde: Wikipedia.

Desuden hæmmede stemmeværkerne den fri passage for fisk og anden fauna op gennem vandløbene, fordi der ikke var effektive fisketrapper eller omløbsstryg. Desuden kunne åen tørlægges på strækningen mellem ind- og udløb fra dambruget, hvis al vandet i vandløbet blev taget ind på dambruget.



Utoft Dambrug. Stemmeværket opstemmer vandet i åen. I midten ses en fisketrappe, så fiskene kan vandre op og ned gennem åen.

Foto: Alfred Jokumsen.

Den frie passage gennem hele vandløbsstrækningen er særlig vigtig for laksefisk, som vandrer ud i havet for at gyde, og siden 1980'erne er dambrugene blevet mere miljøvenlige. Ny teknologi har tilgodeset den frie faunapassage, og dambrugene er mindre afhængige af vand fra vandløbet. Vandet bliver genbrugt eller recirkuleret, mange opstemninger er blevet fjernet, og der er i stedet etableret omløbsstryg.

Desuden har dambrugene installeret riste ved både indløb og udløb for at hindre fisk udefra i at trænge ind, og forhindre fisk i at slippe ud i vandløbene.

Faktaboks:

Siden 1989 er driften af danske dambrug reguleret ved en række regler i **dambrugsbekendtgørelsen**, som senest er revideret i 2012. Alle dambrug havde hidtil fået tildelt en årlig foderkvote, men i den nye bekendtgørelse blev der mulighed for at regulere på kontrol af udledninger fra dambruget.

Foderudnyttelsen udtrykt ved foderkvotienten (= kg udfodret/kg tilvækst) måtte ikke overstige 1,0 (1 kg foder/kg fisk produceret). Kvaliteten af foderet skulle opfylde givne specifikationer. I den normale dambrugsproduktion af portionsørreder ligger foderkvotienten typisk omkring 0,9.

Alle dambrug skulle installere et bundfældningsbassin til at fjerne næringsstoffer og organisk stof. Endvidere skulle de deltage i et prøvetagningsprogram med vandprøver i ind- og udløb for at dokumentere udledningen.

En væsentlig følge af den nye lov var, at dambrugerne kun kunne øge produktionen ved at udnytte foderet bedre. Der er derfor sket en betydelig udvikling af effektive fodertyper, bedre fodringsanlæg, reduceret vandindtag og forbedret driftsledelse. I takt hermed er mængden af producerede fisk pr. kg foder vokset samtidig med, at udledningen af næringsstoffer og organisk stof er reduceret.

I miljøgodkendelsen for et dambrug indgår også krav om at anvende den bedst tilgængelige teknologi, BAT (Best Available Technology). Det vil sige, hvordan dambruget skal konstrueres, hvilket udstyr, der skal bruges, vandindtag, fodersammensætning, brug af medicin m.m.

For at opfylde kravene i miljøgodkendelsen har de fleste traditionelle dambrug måttet omstille sig med ny teknologi. Men betingelserne for dambrugssektoren var imidlertid ikke entydige. Der var utilstrækkelig dokumentation for sammenhængen mellem dambrugsdriften og dets påvirkning af vandmiljøet, og der manglede dokumentation for effekten af forskellige rensemetoder på dambrugene. Derfor opstod ideen om “Modeldambrug”.

De tre typer modeldambrug

Modeldambrug er konstrueret, så produktionen af fisk bliver effektiv, miljøvenlig og bruger mindst muligt vand. De første modeldambrug var ombygninger af eksisterende traditionelle dambrug. Disse dambrug dannede grundlag for et måleprogram, der skulle skaffe dokumentation for drifts- og miljøparametre i ørreddambrug, f.eks.:

- Udledning af kvælstof og fosfor
- Biokemisk iltforbrug (BI_5), (den mængde ilt, der forbruges ved mikrobiel nedbrydning af organisk stof i en vandprøve)
- Kemisk iltforbrug (COD), (det totale indhold af organisk stof i en vandprøve)
- Effektiviteten af rensning vha. mikrosigter, slamfælder, biofiltre og plantelaguner
- Forbruget af ferskvand
- Tilbageholdelse og omsætning af organiske stoffer og næringsstoffer
- Bedre vandkvalitet
- Større produktionen uden at øge forureningen.



Ejstrupholm modeldambrug type 3. Produktionsanlægget omfatter 2 sektioner hver bestående af to beton raceways (rektangulære betonkar). I forgrunden tre betondamme til levering af fisk. I baggrunden til venstre plantelagunerne bestående af de tidligere jorddamme, der nu er begroet med planter. Foto: Lars M. Svendsen.

Der blev udviklet tre forskellige typer af modeldambrug, men blandt andet af hensyn til økonomien, blev der kun bygget type 1 og type 3.

Tabel 2.1: De vigtigste parametre til beskrivelse af de tre typer modeldambrug. Udgangspunktet er et standarddambrug med et årligt foderforbrug på 100 tons, en bestand på 40 tons regnbueørreder, en gennemsnitlig fiskestørrelse på 120 g/stk og en maksimal bestandstæthed på 50 kg/m³.

Dambrugstype	Model 1	Model 2	Model 3
Dammateriale	Jord/beton	Jord/beton	Beton
Vand recirkulation ¹⁾ (min. %)	70	85	95
Vandforbrug (maks. l/s)	125	60	15
Fisketæthed (maks. kg/m ³)	50	50	50

Vandets opholdstid i produktionsdammene (min. timer)	8,9	12,3	18,5
Maksimal daglig udfodring (kg)	800	800	800
Slamopsamling i bassiner	Ja	Ja	Ja
Decentrale bundfældningszoner (f.eks. slamkegler)	Ja	Ja	Ja
Anlæg til fjernelse af partikulært stof	Ja	Ja	Ja
Biofilter	Nej	Ja	Ja
Plantelaguner (1440 m ²) ²⁾	Ja	Nej	Ja

1) $(\text{Intern recirkulationsflow} / (\text{Intern recirkulationsflow} + \text{Vandindtaget})) * 100$

2) Minimum opholdstid 9 timer i plantelaguner og en maksimal hydraulisk belastning på 1 l pr. 48 m² plantelagune og en gennemsnitsdybde på 0,7 – 0,9 m.

For at dokumentere rensegraderne blev der gennemført et omfattende måleprogram i en periode på to år på otte modeldambrug type 3, som var nogle af de første, der blev ombygget.

Resultaterne viste, at effektiviteten af de forskellige rensekomponenter var så høj, at dambrugene kunne anvende mere foder og dermed producere flere fisk, så der kunne blive råd til investeringer i ny teknologi.

Modeldambrug type 1

Modeldambrug type 1 er ekstensive dambrug med mekanisk rensning og recirkulering af vand, d.v.s. maks. 1,25 l vand/sek/tons foder/år. Vandrensning foregår ved intern omsætning i slamkegler, mikrosigter (eller kontaktfiler), plantelaguner og i slambehandlingsanlæg. I modeldambrug type 1 er biofiltre ikke nødvendige.



Bregnholm Mølle modeldambrug type 1. Foto: Lisbeth J. Plesner.



Mikrosigte på Fousing Dambrug. Foto: Mikkel Staadsen-Boesen.

Omkostningerne til ombygning til modeldambrug type 1 er forholdsvis lave. En stor del af de danske modeldambrug blev anlagt som type 1 dambrug, som ikke er kendetegnet ved egentlig recirkulering, men snarere en form for genbrug af vand. Udviklingen går i retning af krav om mere recirkulering i akvakultur, hvor type 1 dambrug kun vil blive en niche til f.eks. økologisk produktion.



Plantelagune på Bregnholm Mølle. Foto: Lisbeth J. Plesner.

Modeldambrug type 2

Modeldambrug type 2 er intensive dambrug med både mekanisk og biologisk

vandrensning, lavt vandforbrug og en større recirkuleringsgrad i forhold til modeldambrug type 1. Udover intern omsætning af næringsstoffer foregår vandbehandlingen i slamkegler, mikrosigter, biofiltre og slambehandlingsanlæg.

I modsætning til type 1 og type 3 er der ikke krav om plantelaguner for type 2. Ingen danske dambrug har endnu bygget om til type 2, hvilket sandsynligvis skyldes, at en ombygning er meget dyr.

Modeldambrug type 3

Modeldambrug type 3 omfatter den mest avancerede teknologi og det laveste forbrug af frisk vand. Forbruget må højst være 0,15 liter vand i sekundet pr. ton foder pr. år, eller højst 3.600 liter pr. kg produceret fisk. I realiteten er forbruget dog lavere.

Vandforbruget er 15 til 25 gange mindre end ved produktion i traditionelle dambrug. Desuden har modeldambruget min. 95 % recirkulation. Dambrugene er indrettet med mekaniske og biologiske recirkulationsteknologier inden for rensning af produktionsvand. Vandet recirkuleres i systemet op til 100 gange og udskiftes langsomt.



Kongeaens modeldambrug type 3. Produktionsenhederne omfatter tre sektioner, der hver består af to betonraceways med mikrosigter (maskestørrelse 74 μ m) foran biofiltersektionerne (forgrunden). I baggrunden er plantelagunerne bestående af de tidligere jorddamme og indløbs- og udløbskanaler. Foto: Lars M. Svendsen.

I de anlagte modeldambrug type 3 kommer vandindvindingen fra det øvre

grundvandsmagasin, via borer, kilder eller fra dræn under produktionsanlægget. Det betyder, at dambrugene er uafhængige af vandløbet. Der har ikke været behov for opstemningsanlæg i vandløbet, og dermed er der næsten ingen påvirkning af faunapassagen.

Betondamme (raceways)

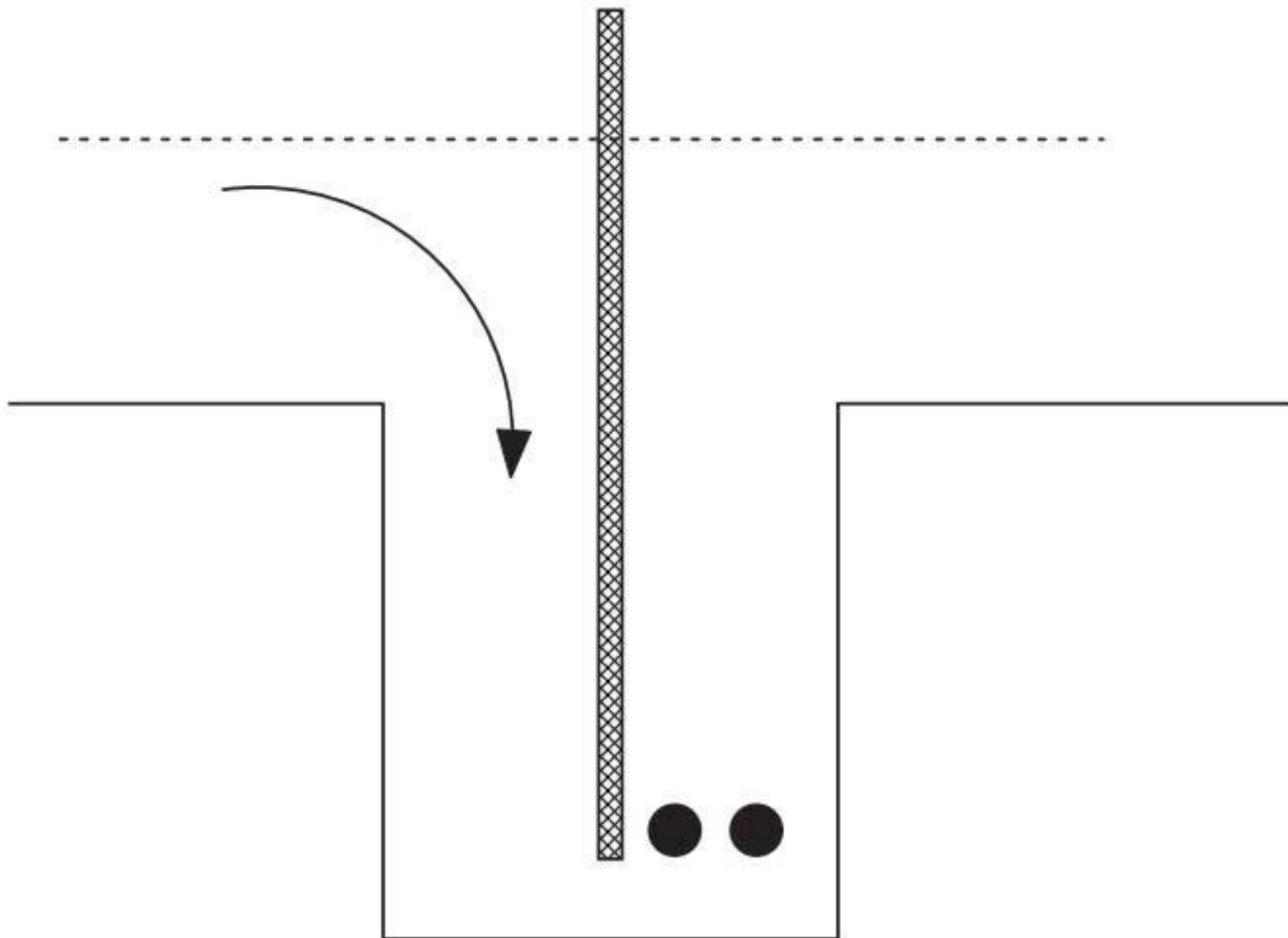
En typisk raceway er 1–1,5 m dyb og opdelt i flere sektioner, hver indrettet med slamkegler og beluftning (airlift). Sektionerne er adskilt med gitre, hvor dammene er forbundet i serie. Der findes også parallelt forbundne damme, som bl.a. giver bedre mulighed for at skille fiskene ad, f.eks. i tilfælde af sygdomme.



Typisk raceway på Hallundbæk dambrug. Foto: Søren Jøker.

Airlift-pumper

Airliften, også kaldet "mammut pumpe", har to funktioner: Dels at cirkulere vandet ved at løfte det nogle få centimeter, hvilket medfører cirkulation ved hjælp af tyngdekraften, og dels ved den samme proces at belufte/afgasse vandet.



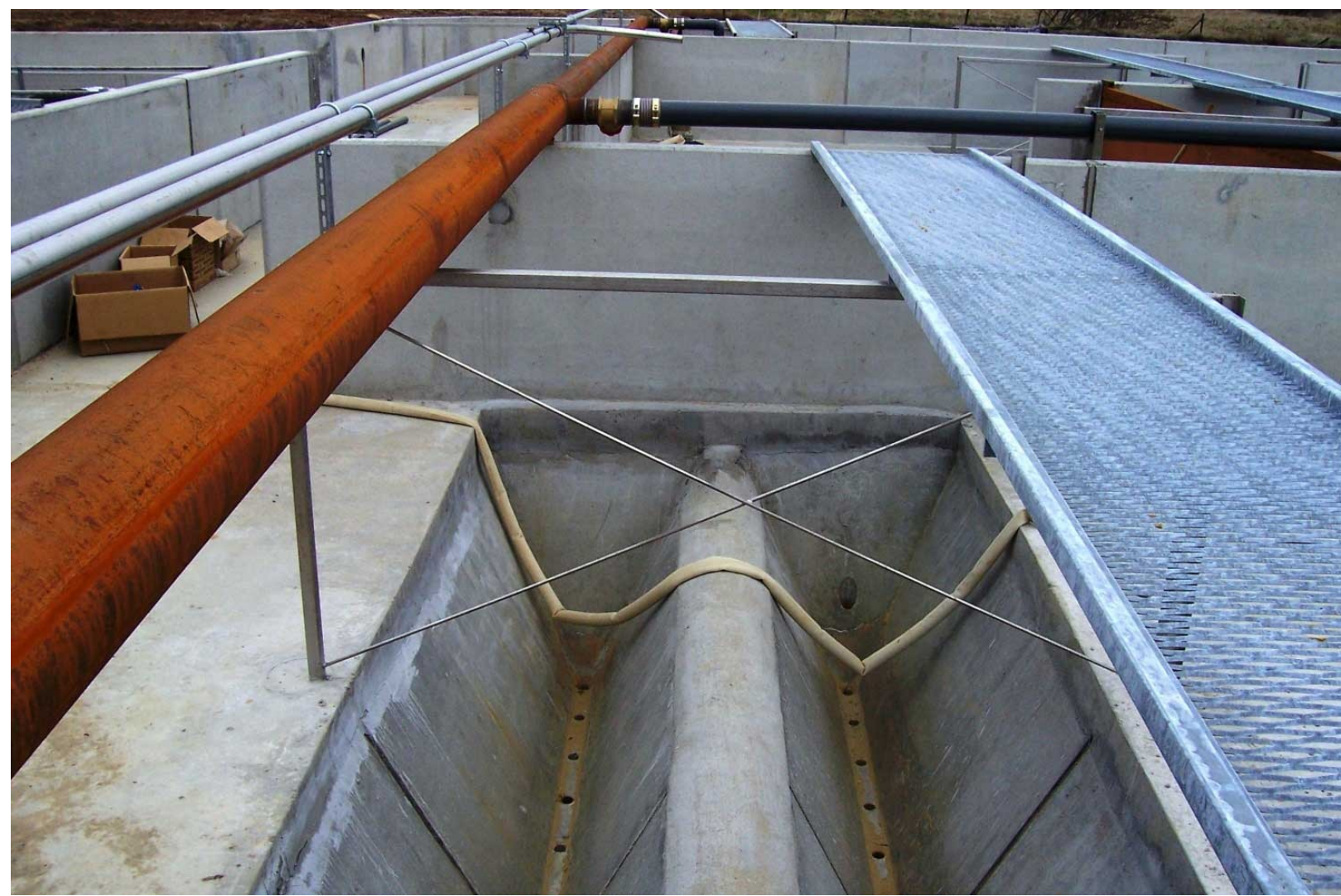
Figur 2.3: Skitse af airlift/mammutpumpe. Illustration: Lokalenergi 2008.

Airliften består af en brønd med en adskillelse i midten. På den ene side er der installeret diffusere til indblæsning af atmosfærisk luft under tryk ved hjælp af kompressorer. Drivkraften i airliften er højdeforskellen mellem henholdsvis vandsiden og luft/vandsiden, dvs. tyngdekraften. Den mængde luft, der blæses ind i anlægget, afhænger af det ønskede vandflow og behovet for ilt. Den store fordel ved airliften er dens evne til at flytte store vandmængder ved en forholdsvis lav løftehøjde.

Et alternativ til airliften er propelpumper, der er mere effektive i forhold til større løftehøjde og vandflow.

Slamkegler, mikrosigter og slambassiner

Formålet med slamkegler, der er placeret i bunden ved enden af hver sektion i raceways er at fjerne partikulært materiale, f.eks. foderspild, fækallier mm.



Slamkegler er placeret nedstrøms i hver raceway sektion i fuld bredde af bassinet og i niveau med bassinbunden. Foto: Lisbeth J. Plesner.

Mikrosigterne er typisk placeret for enden af hver produktionsenhed og umiddelbart opstrøms biofilterenheden. De er mere effektive til at fjerne finere partikler, fordi filterdugen har porrestørrelser på ca. 70 μm .



Mikrosigte i funktion på Fousing Dambrug. Fotograf: Mikkel Staadsen-Boesen.

Mikrosigte kan installeres som supplement til slamkegler, der er mest effektiv til fjernelse af større partikler over 100 μm .



Mikrosigter på Løjstrup modeldambrug type 3. De er placeret umiddelbart opstrøms biofilterenheden. Foto: Lisbeth J. Plesner.

Skal tømmes hurtigt

Slamkeglerne skal tømmes regelmæssigt, dvs. mindst to gange om ugen, og inden de er fyldte, for at optimere tilbageholdelsen af næringsstoffer og organisk materiale. På den måde reduceres tab af opløste stoffer, organisk stof og finere partikler til produktionsvandet.

Tømningen bør ske hurtigt for at begrænse den mængde vand, der skylles med over i slambassinet. Det kan ske manuelt eller automatisk ved hjælp af computerstyring.

Det er vigtigt at fjerne organisk stof ved bundfældning og mekanisk filtrering, for at sikre biofiltrens effektivitet.

Slammet pumpes fra slamkeglerne til slambassiner for sedimentation og oplagring af slammet og for klaring af slamvandet/skyllevandet.



*Fra slamkeglerne transporteres slammet til slambassiner/tanke, hvor det bundfældes. Billedet er fra Ejstrupholm modeldambrug.
Foto: Alfred Jokumsen.*

Opholdstiden er væsentlig

Jo længere opholdstiden er i slambassinet, jo højere grad af bundfældning af partikler. Det reducerer tabet af næringsstoffer og organisk materiale sammen med klaringsvandet fra slambassinet til plantelagunen.

For at opnå yderligere effektivitet kan tilsættes f.eks. polyaluminiumklorid eller ferrojern til slambassinet. Det binder størstedelen af opløst fosfor i slambassinet, og dermed nedsættes tabet til plantelagunen.

I slambassinerne kan der dannes ammonium, dels ved mikroorganismers omsætning af organisk kvælstof, og dels ved at nitrat kan reduceres tilbage til ammonium. Derfor kan vandet fra slambassinet ledes igennem et biofilter, som omdanner ammonium til nitrat, inden det ender i lagunen.

Slammet kan i mange tilfælde anvendes som gødning på landbrugsjord eller til produktion af biogas.

Biofiltre

Den biologiske rensning i biofiltre fjerner opløste stoffer som ammonium og opløst organisk stof samt mindre partikler, som har passeret den mekaniske rensning.



Biofilter med bioblokke opdelt i sektioner på Ejstrupholm modeldambrug type 3. Til højre for biofiltret ses et okkeranlæg, hvor der sker en iltning af indtagsvand og bundfældning af okker, før vandet ledes ind i anlægget. Foto: Alfred Jokumsen.

Et biofilter har en meget stor kontaktoverflade. Biofilteret kan være et kontaktfilter, opbygget af Leca eller bioblokke, som også kan fjerne organisk materiale. Det kan også være et bevægeligt biofilter (moving bed) bestående af plastiklegemer, der holdes bevægelige og roterende af vandet og/eller af luft, der blæses ind i bunden af filteret. Overfladen af filtret er dækket af en biofilm af

henholdsvis autotrofe og heterotrofe bakterier, som spiser de næringsstoffer, der udskilles af fiskene og stammer fra fækaliene.

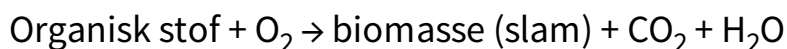
Faktaboks:

Det organiske stof omdannes af såkaldte heterotrofe bakterier, der er afhængige af organisk kulstof og energi fra andre organismer.

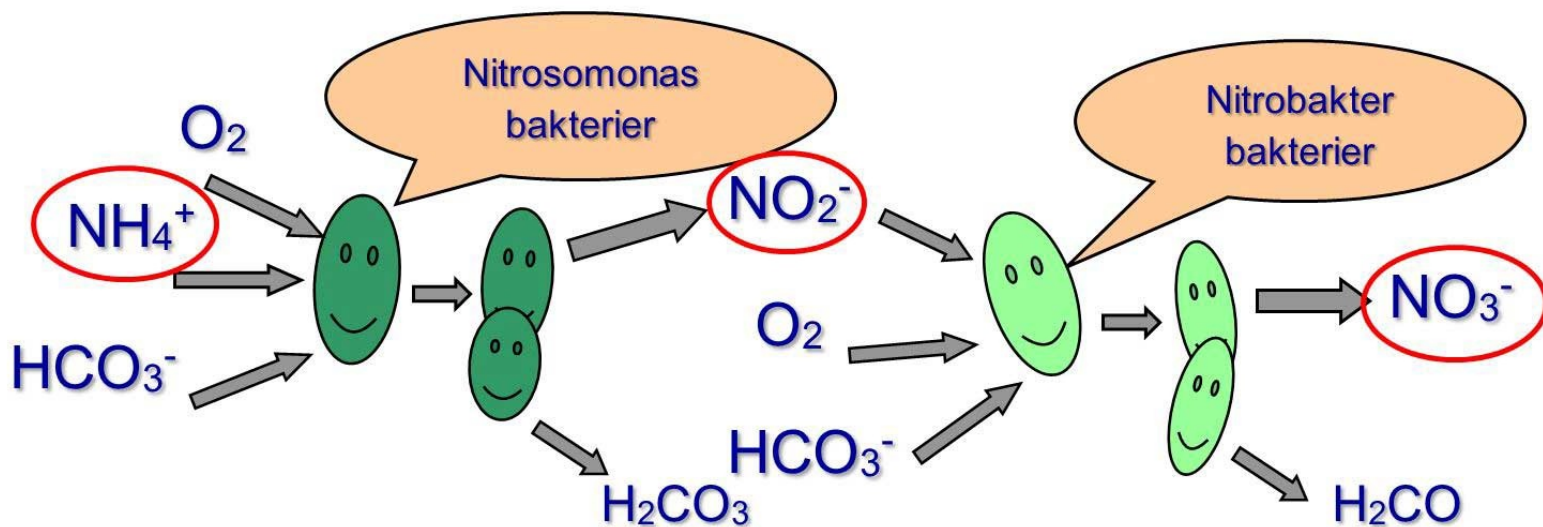
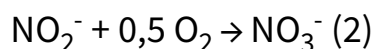
Det uorganiske stof (ammonium/ammoniak) omdannes ved en nitrifikationsproces til nitrat. Processen udføres af autotrofe bakterier, der selv skaffer uorganisk kulstof og energi til at opretholde livet.

Der foregår i princippet to biologisk forskellige processer i biofiltrene, der begge kræver tilførsel af ilt – aerobe.

1) Organisk stoffjernelse ved hjælp af *heterotrofe* bakterier ved processen



2) Ammoniumfjernelse ved hjælp af *autotrofe* bakterier ved den såkaldte nitrifikation, der består af to delprocesser (ammonium oxidation (1) og nitrit oxidation (2))



Figur 2.4: Nitrifikationsprocessen, som udføres af to grupper bakterier. Illustration: Janning.

Uorganisk kulstof til celleopbygning kræver mere energi end organisk. Det tager derfor væsentligt længere tid at aktivere et autotroft nitrificerende biofilter end et heterotroft - 4-6 uger i forhold til få dage. De heterotrofe bakterier vokser langt hurtigere op end de autotrofe og vil derfor hurtigt kunne skabe tykke belægninger på biofiltret, hvis der er nok organisk stof tilstede.

Filtrene skal skylles

Nitrifikationsprocessen forbruger base og producerer syre, ligesom der også produceres CO_2 ved den heterotrofe omsætning af organisk stof. Det medfører, at vandets pH vil falde, og derfor tilsættes kalk, f.eks. NaHCO_3 .

Alkalinitet, pH, vandtemperatur, koncentration af ilt, næringsstoffer og organisk stof bør derfor måles regelmæssigt med henblik på optimering af nitrifikationen og omsætningen af organisk stof i biofiltrene.

Regelmæssig returskylning af biofiltrene er vigtig for at fjerne belægninger af de iltforbrugende bakterier og andre partikler og dermed skabe balance imellem de to bakteriegrupper, så heterotrof og autotrof høj vækst kan opretholdes.

Ved at reducere mængden af partikulært materiale, der kommer ind i filtrene ved f.eks. mikrosigte, kan man mindske behovet for returskylning. For bevægelige filtre (moving bed filtre) er der ikke det samme behov for returskylning, men det er meget vigtigt at sikre passende iltforhold i filtrene.

Medicin og hjælpestoffer kan reducere effektiviteten af biofiltrene, men da de er beskyttede af biofilm, kan de overleve forhøjede koncentrationsniveauer i forbindelse med behandling og desinfektion. Mange modeldambrug er dog anlagt, så produktionsvandet kan ledes forbi dambruget, hvis der behandles for sygdom.

Plantelaguner

Plantelagunerne består typisk af tidligere damme og kanaler, der efterhånden dækkes af vilde plantevækster.



Plantelagune på Ejstrupholm modeldambrug. Foto: Alfred Jokumsen.

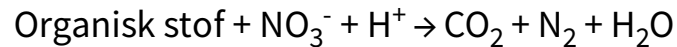
Damme og kanaler bør være forbundet, så der dannes en slyngende strøm gennem plantelagunen. Udløbet fra produktionsenhederne og vand fra slambassinerne bør førestil starten af plantelagunen, så hele lagunen kan udnyttes.

Faktaboks:

Plantelagunen er vigtig for:

- omsætning af nitrat til frit kvælstof (N_2)
- akkumulering og nedbrydning af organisk stof (BI_5), partikulært fosfor, kvælstof og suspenderet stof
- optagelse af opløst kvælstof og fosfor i planterne..

Lagunen er ikke effektiv i forhold til omsætning af ammoniak til nitrat. På grund af omsætningen af organisk stof kan der forekomme anaerobe (iltfrie) forhold i bunden eller nær bunden af lagunerne. Det fremmer omdannelsen af nitrat (NO_3) til frit kvælstof (N_2) efter processen:



via følgende trin: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2$.

Kilde: (Janning, 2010).

Nedsivning kan påvirke rensningen

For at fjerne næringsstoffer og nedbryde det organiske stof, er det vigtigt, hvor længe vandet er i lagunen. En del af vandet vil sive gennem bunden af lagunerne og tage opløste næringsstoffer og opløst organisk stof med. Det nedsivende vand kan enten trænge ned til grundvandet, sive til nærtliggende overfladevand, eller genindvindes i boringer og dræn og anvendes som nyt vand til modeldambruget.

Nedsivningen kan påvirke rensningen. Men hovedparten af de nedsivede stoffer bliver omdannet, bundet til partikler eller returneret til modeldambruget sammen med vandet. Efterhånden tilstoppes porerne i plantelagunernes bundsediment, og nedsivningen vil blive mindre.

Miljømæssige forbedringer

Det reducerede og stabile vandindtag er til fordel for miljøet i vandløbene, men det indebærer både fordele og ulemper i forhold til driften af dambruget.

Tabel 2.2: Fordele og ulemper for henholdsvis vandløbene og dambrugene ved at reducere vandindtaget til dambrugene samt delvis eller helt fjerne opstemninger i vandløbene (Jokumsen & Svendsen, 2010).

Vandløb	Dambrug
<p>Fordele:</p> <ul style="list-style-type: none">• "Døde" åstrækninger fjernes, og naturlige variationer i vandløbet opretholdes• Ingen eller reducerede effekter af opstemninger• Fri faunapassage	<p>Fordele:</p> <ul style="list-style-type: none">• Stabile produktionsforhold• Stabil vandkvalitet• Forbedret effektivitet af rensning

- Reduceret udledning af næringsstoffer og organisk stof
- Reduceret udledning af medicin og hjælpestoffer
- Forbedrede iltforhold nedstrøms dambruget
- Reduceret tab af fauna fra vandløbet til dambruget

Ulemper:

- Ingen

- Vand fra boring medfører stabile og mere optimale temperaturer hele året
- Forbedret styring af produktionen
- Nedsat risiko for smitte
- Mindre behov for brug af medicin og hjælpestoffer
- Forbedret arbejdsmiljø

Ulemper:

- Højt energiforbrug/kg fisk
- Øget udledning af CO₂
- Risiko for høje ammoniakkoncentrationer
- Risiko for afsmag i fiskekødet
- Øget behov for overvågning og driftsledelse
- Øget behov for back-up systemer: Elektricitet, ilt, pumper, etc.

Ombygningen til modeldambrug har reduceret udledningen af næringsstoffer og organisk stof pr. kg produceret fisk i forhold til et traditionelt dambrug.

Tabel 2.3: Udledning 2006-2007 fra otte intensivt overvågede modeldambrug type 3 sammenlignet med tilsvarende udledninger fra traditionelle danske ferskvandsdambrug i 2006 (Svendsen et al., 2008).

Kg/t prod. Næringsstof	Traditionelle dambrug i 2006	Modeldambrug type 3 2006-2007	Modeldambrug i % af traditionelle dambrug
Total N	31,2	20	64
Total P	2,9	1,1	38
BI₅	93,6	5,6	6

Udledningen af kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof fra modeldambrug var henholdsvis 64, 38 og 6 % i forhold til den tilsvarende udledning fra traditionelle danske ferskvandsdambrug i samme periode.

Der blev fjernet 93 % af det let-omsættelige organiske stof (BI_5), som ud over opstemninger og spærringer i vandløb, har størst effekt på vandløbskvaliteten. Endvidere 50 % af total kvælstof og 76 % af total fosfor (Tabel 4,).

Tabel 2.4: Gennemsnitlige rensegrader (R_N) opnået på de otte intensivt overvågede modeldambrug type 3 (Svendsen et al., 2008, Dansk Akvakultur, 2014).

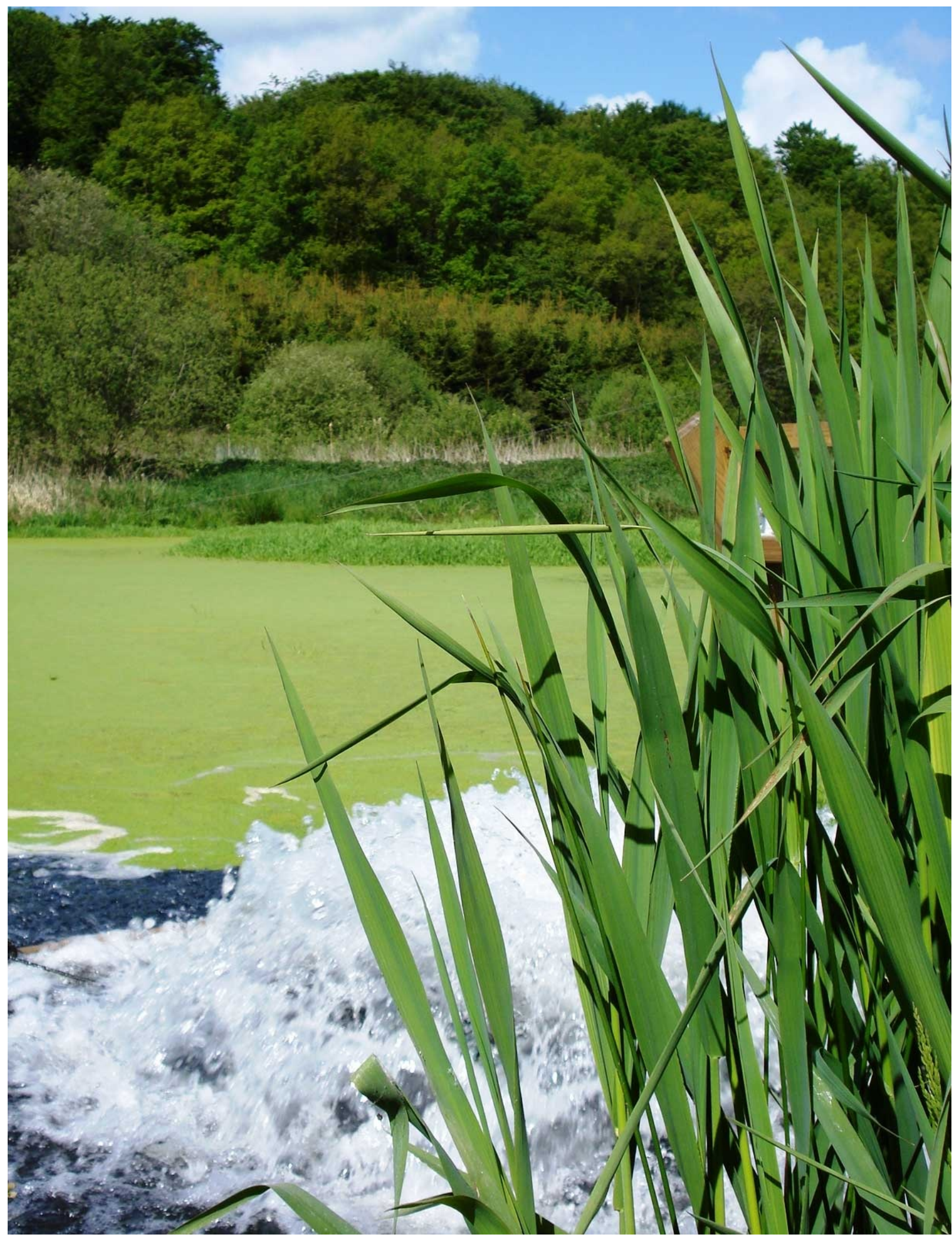
	Total Nitrogen	Total fosfor	BI_5
R_n	50 %	76 %	93 %

De høje rensegrader skulle kunne danne grundlag for tildeling af højere foderkvoter til modeldambrugene. Men der skal fjernes mere kvælstof for at få tilstrækkelig høj bæredygtighed i produktionen.

Effektiviteten af rensning

Rensegraderne i tabel 4 er et resultat af en kombineret fjernelse og omdannelse af kvælstof, fosfor og organisk stof i slamkegler, mikrosigter, biofiltre, slambassiner og plantelaguner inklusive det potentielle tab over plantelagunerne. Effektiviteten af den enkelte rensekomponent er afhængig af i hvilken rækkefølge rensekomponenterne er installeret og driften og optimeringen af hver enhed.

Biofiltre er mest vigtige i forhold til nitrifikation. Slamkegler og mikrosigter er særlig vigtige for at fjerne partikulært stof med tilknyttede næringsstoffer. Plantelagunerne er vigtige i forhold til denitrifikation og omsætning af organisk stof.



Forbruget af vand er væsentligt reduceret

Vandforbruget er reduceret til omkring 3.600 liter pr. kg produceret fisk i modeldambrug type 3, mens vandforbruget i traditionelle dambrug kan være omkring 50.000 liter pr. kg produceret fisk. Efterfølgende har det endda været muligt yderligere at halvere vandforbruget i modeldambrug type 3.

Med det reducerede vandforbrug er det økonomisk overkommeligt at opfylde kravet til iltmætning i udløbsvandet for modeldambrug type 3. Men det forøgede energiforbrug til cirkulationspumper, blæsere til iltning, rensning og afgangning af vandet m.m. er en miljømæssig ulempe ved ombygning til de højteknologiske modeldambrug. Det øgede forbrug har også betydet, at udledningen af CO₂ er steget.

Dambrugene skal reguleres i forhold til udledning

De biologiske forhold, især nedstrøms modeldambrugene i vandløbene, er blevet væsentligt bedre. Der er mindre udledning af let omsætteligt organisk stof og ammonium, bedre iltforhold og forbedrede forhold i vandløbet ved dambruget.

Mens dambrugene tidligere blev reguleret på maksimalt tilladeligt årligt foder forbrug betyder en ny bekendtgørelse, at de i fremtiden vil blive reguleret i forhold til udledning til miljøet.

Recirkuleringsanlæg (FREA)

I den nationale strategi for akvakultur er målsætningen en større produktion af regnbueørred samtidig med reduceret udledning af især kvælstof til miljøet. Modeldambrugene har udviklet dambrugserhvervet, så der ikke mere er direkte sammenhæng mellem produktion og miljøpåvirkning. Derfor forventer erhvervet, at den danske fiskeproduktion kan forøges uden at det går ud over miljøet. Men det kræver ny teknologi og uddannelse af medarbejderne, så produktion og drift kan ske i overensstemmelse med målsætningen.

Denne udfordring ledte til ideen om fuldt recirkulerede FREA-anlæg, "Fully REcirculated Aquaculture" indendørs anlæg. Disse anlæg indebærer mere avanceret teknologi og driftsledelse og mindre vandforbrug end modeldambrugene, og derfor er de et godt bud på fremtidens akvakultur.

Minimalt forbrug af frisk vand

Vandforsyningen til FREA-anlæg er dræn eller borevand, og man forventer, at der ikke vil være nogen direkte indflydelse på forsyningen af drikkevand. Forbruget af frisk vand svarer til den mængde, der bruges til spuling af mikrosigter og biofiltre og til kompensering for fordampning og regulering af vandtemperaturen. Vandskiftet antages at være ca. 10 % af anlæggets vandvolumen pr. dag.

Der kan evt. ske genbrug af vand ved at genindvinde fra drænen tæt på nedsivningsområdet. På grund af smittefare fra det nedsivende vand bør det dog ske opstrøms anlægget. Et FREA-anlæg kan etableres i områder med groft sand eller grus, hvor der både er mulighed for en god vandkvalitet og gode betingelser for nedsivning af afløbsvandet fra anlægget. Anlægget kan derfor placeres uafhængigt af vandløb og søer.

Mekanisk filtrering

Produktionsvandet passerer en mikrosigte med en maskestørrelse i dugen på ca. 40-74 μm . Det separerede stof skylles som slam til en slambeholder og kan efterfølgende anvendes som landbrugsgødning eller til produktion af biogas. Overskydende slamvand kan evt. returneres til denitrifikation i et biofilter eller til nedsivning i et rodzoneanlæg. Det er et anlæg, hvor vandet renses, ved at flyde gennem et lille vådområde, der er beplantet med tagrør eller lignende planter. Den bakteriologiske proces omkring planternes rødder nedbryder og omsætter så en del af de organiske materialer og næringsstoffer fra vandet.

Biologisk filtrering

Fra mikrosigterne kan vandet ledes til biofiltrene, hvor de opløste fraktioner, især NH_4^+ omdannes til nitrat (NO_3^-). Filtermaterialet kan være enten bioblokke ($200 \text{ m}^2/\text{m}^3$) eller flydende filter – "moving bed" - ($600 \text{ m}^2/\text{m}^3$) eller en kombination.

I et separat biofilter med iltfrie forhold – et denitrifikationsfilter – bliver NO_3^- omdannet til frit N_2 (g) under forbrug af let omsætteligt organisk stof. Det udledte vand fra FREA-anlægget ledes til et rodzone anlæg.

Fra biofilteret kan vandet passere hen over et rislefilter for afgasning og beluftning, inden det ledes tilbage til fiskekarene. En del af det beluftede vand fra rislefilteret pumpes gennem en iltkegle, hvor der tilsættes ren ilt under tryk, inden det ledes tilbage til karrene. Endvidere kan tilsættes ren ilt direkte til de enkelte kar/sektioner.

Anlægskonstruktion

Et FREA-anlæg består af uafhængige sektioner med separat vandforsyning. Det er dels for at forebygge smitte mellem grupper af fisk, og dels for at praktisere "Alt ind/alt ud"-princippet. Klækkeriet udgør en sektion, ligesom der er særskilte sektioner til opdræt af yngel, sættefisk og videre opdræt til salg.

Stort energiforbrug

FREA-anlæg er meget energikrævende. Derfor er det vigtigt at udnytte både den eksterne og den interne energiforsyning optimalt.

Den eksterne energi omfatter energiforbruget til at pumpe vand rundt i anlægget, vandbehandling, beluftning af vand, udluftning i bygningen og varme produceret i pumperne. Mens den interne omfatter fiskenes egen energiproduktion, energi fra de bakterier, der omsætter foderet samt energi produceret ved evt. afbrænding af slam.

Den ideelle temperatur for fiskene skabes ved en balance mellem ekstern og intern varmetilførsel, brug af varmevekslere, isolering af bygningen, udendørs temperatur og vandskifte.

Miljøforhold

Selvom et FREA anlæg i princippet er et lukket anlæg, vil der ske et vist tab af næringsstoffer til miljøet med det udledte vand til nedsivningsområdet (rodzoneanlægget).

Sygdom og smitte

Det er meget vigtigt at tage alle forholdsregler for at undgå enhver sygdom på FREA anlægget, f.eks.:

- Afskærmning af vandindtag
- Sikring mod indtrængende dyr og fugle
- Optimal biosikkerhed ved indførelse af nyt materiale, d.v.s. kun tilførsel af desinficerede øjenæg.
- Egen bestand af moderfisk
- Streng hygiejneprocedure ved adgang, dvs. bad, vask og skift af tøj og sko
- Besøg udefra bør undgås
- Fysisk og smittemæssig adskillelse mellem sektioner
- Streng hygiejneprocedure for foderlastbiler og fisketransporter
- Streng hygiejneprocedure for opbevaring af foder

- Streng hygiejneprocedure for bortskaffelse af døde fisk og æg etc.



Hegnet her skal sikre dambruget mod ubudne gæster som f.eks. denne rovfugl. Foto: Mikkel Staadsen-Boesen.

Uddannelse af medarbejdere

De avancerede teknologier og omfattende overvågnings og kontrolsystemer,

arbejdsprocesser og hygiejne procedure i et FREA anlæg stiller store krav til uddannelse, træning og kompetence hos personalet for at opnå optimal produktivitet i anlægget.

Den høje recirkuleringsgrad gør det ekstremt vigtigt med overvågning og styring af vandkvaliteten samt alarm på alle vitale dele af anlægget.

Spørgsmål:

1. Hvad kendetegner typisk et avlstdambrug?
2. Hvad er de væsentligste forskelle mellem traditionelle dambrug og modeldambrug type 3?
3. Hvad sker der i et biofilter?

4. Hvorfor er effektiv mekanisk rensning af produktionsvand vigtig for en effektiv produktion?
5. Nævn de vigtigste fordele og ulemper for vandløb og dambrug ved at producere fisk i modeldambrug type 3?

Kapitel 3: Havbrug

Havbrug er en produktion af fisk på havet i et lukket bur, hvor man kan styre bestandens tæthed, fodring, pasning samt høst af fisk. Man plejer ikke at bruge ordet for anden produktion på havet, f.eks. muslinger og tang.

[Læs mere om produktion af muslinger og tang i kapitel 10.](#)

En vanskelig begyndelse

De første danske forsøg med havbrug begyndte i midten af 1950'erne med bure slået sammen af lægter og minktråd. Forsøgene havde ikke den store succes, da burene ikke kunne modstå vejr og vind, og fiskene slap ud.

Det gik ikke bedre, hvis havbrugene blev placeret i beskyttede fjorde og vige. Her døde mange ørreder af manglende ilt eller dårligt vand specielt i de varme sommermåneder. Først da der kunne anvendes net af nylon med høj brud- og slidstyrke blev havbrug en succes i Danmark op gennem 1970'erne.

I Danmark produceres primært regnbueørred i havbrug og en nicheproduktion af havørred og fjeldørred. Havbrugsproduktionen har gennem de sidste 10-15 år svinget mellem 6.000 tons og 12.000 tons fisk. For at kunne udvide produktionen arbejdes der på to strategier:

- Off-coast-havbrug, som placeres på åbent hav uden for områder med reduktionskrav for kvælstof
- [Kompensationsopdræt, som kan placeres tættere på kysten, og hvor en del af næringsstofferne fra havbruget samles op ved muslinge- og tangproduktion.](#)

Naturen styrer produktionen

Der er omkring 20 havbrug i Danmark. De er placeret i strømfyldte farvande, der oftest ligger i læ forholdsvis tæt på kysten. Ved produktion af fisk på havet, styrer naturen produktionen. Derfor må havbrug placeres, hvor der er de bedste betingelser for vækst og trivsel.



Fodring af regnbueørreder i et havbrug. Foto: Villy J. Larsen.

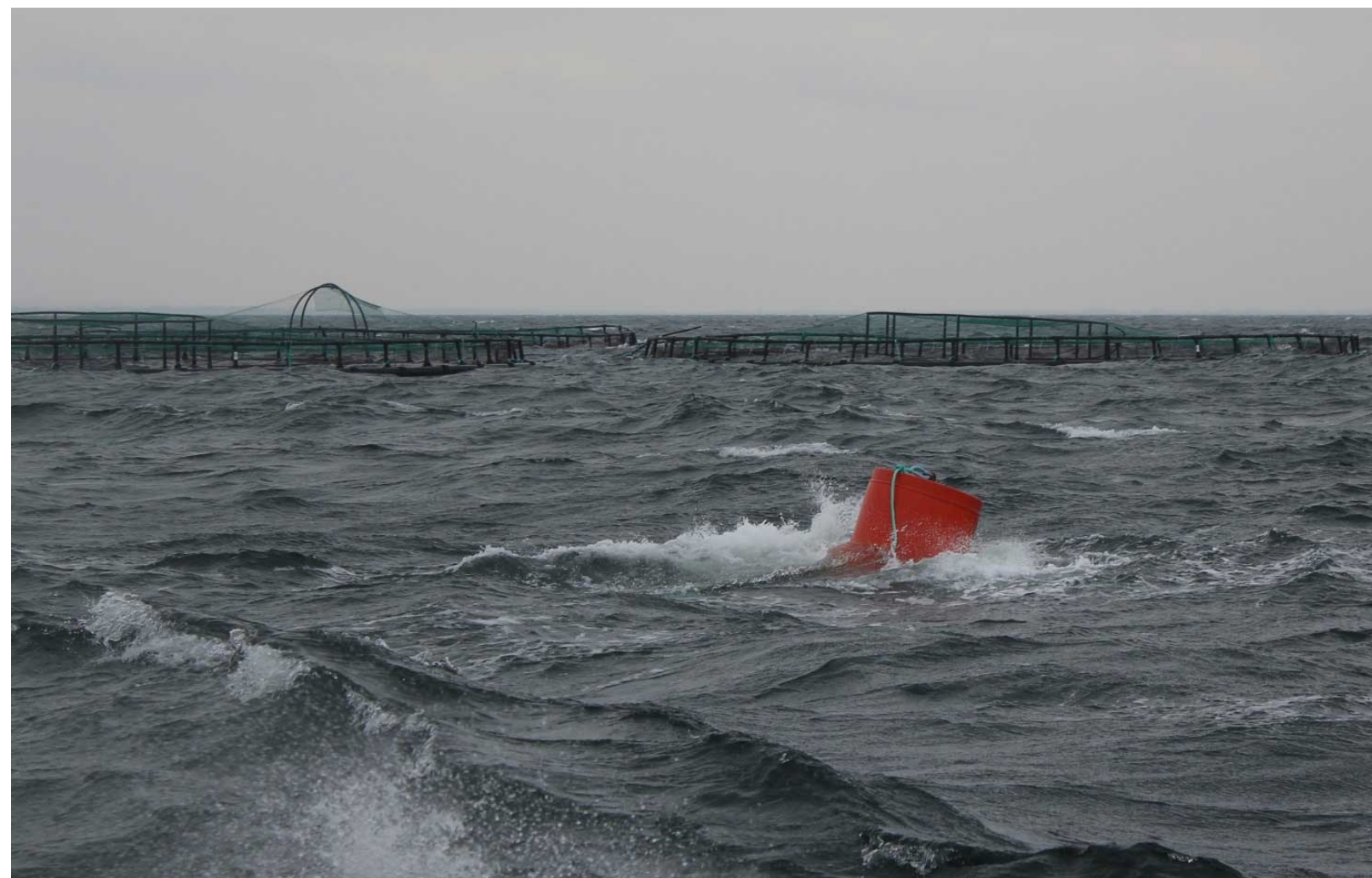
Med udvikling af mere robuste bure og bedre forankring, er der mulighed for at etablere havbrug og samtidig tage hensyn til naturen, miljøet og de øvrige brugere af kyst og havområderne.

Danske havbrug opdrætter primært regnbueørreder som rognfisk i netbure. Pga. fare for is om vinteren og forekomst af giftige alger om foråret foregår produktionen som udgangspunkt ved udsætning af fisk på 600-1.000 gram fra ferskvandsdambrug. Det sker i april og maj med slagting i november og december, hvor fisken er vokset til en størrelse på 3-4 kg.

Placering af havbrug

Set ud fra et akvakultur-synspunkt er følgende forudsætninger nok de vigtigste, når et havbrug skal placeres:

- Vandet skal være så dybt, at der er mindst 2 meter frit vand under burene. Nettet må ikke røre havbunden.
- Der skal være strøm nok til at sikre en god udskiftning af vandet. Men den må ikke være så stærk, at den klemmer fiskene i burene, eller de skal bruge for mange kræfter på at svømme.
- Gode iltforhold er meget vigtigt. Havbrug må ikke placeres, hvor der er naturligt iltvind, og heller ikke i et område, hvor der er risiko for giftige alger.
- Saltindholdet og vandtemperaturen i området er meget vigtigt. Fiskenes evne til at tåle salt afhænger af temperaturen. Hvis temperaturen stiger, reduceres deres evne. Der må heller ikke være store udsving i hverken saltindhold eller temperatur.
- Der skal være god adgang til burene fra land. Havbrugene er oftest placeret i områder i nærheden af en havn, der kan bruges som base for skibe og faciliteter på land.
- Havbruget skal ligge i god afstand fra f.eks. sejlruiter, el-kabler og havvindmøller.



Havbrug. Foto: Hvalpsund Net

Der er desuden og miljømæssige overvejelser at tage hensyn til:

- Habitatområder og fuglebeskyttelsesområder er beskyttet af EU og nationale regler. Havbrug kan placeres her, men må ikke påvirke de arter eller naturtyper væsentligt, som området er udpeget for. Det betyder, at man som i praksis vil holde havbrugene væk fra disse områder.
- Beskyttelse af bilag-VI arter i habitatdirektiver. Det er særligt følsomme eller "truede" arter, der måske vandrer mellem områder, f.eks. marsvin.
- Generel påvirkning mht. udledning af næringsstoffer (N og P), hjælpestoffer og medicin. Strømretning og hastighed har meget at sige her.
- Andre brugere af kysten og vandet, f.eks. sejlere, lystfiskere m.m. Derfor er dialog meget vigtig.

Havbrugskort som grundlag

Havbrugsudvalget under Fødevarerministeriet udarbejdede i 2003 et havbrugskort, som tog hensyn til forskellige beskyttelsesinteresser. Her fandt man nogle havområder, der umiddelbart egnede sig til havbrugsdrift. Meningen var, at kortet skulle bruges som grundlag for nye havbrug eller udvidelse af de eksisterende.

I 2010 anbefalede akvakulturudvalget, at der blev lavet et nyt kort, som viser udviklingsmulighederne for både dambrug og havbrug i områderne. Det nye kort er endnu ikke færdigt, så derfor er det stadig det gamle, der skal bruges.

Anlæg

Hvordan et havbrugsanlæg er udformet, f.eks. afstand mellem burene og hvor mange bure, der sættes sammen, afhænger af størrelsen på produktionen, fodringsmetode, strømretning og -hastighed. Automatisk fodring kræver at burene ligger tættede sammen, end hvis der fodres fra en foderbåd, som skal kunne sejle mellem burene.

Havbruget skal desuden støttes fra land med en base til opbevaring af udstyr, foder og døde fisk. Desuden rummer basen et kontor og andre faciliteter knyttet til driften. Større offshore anlæg kan styres fra en flåde. Her bor personalet, og der er faciliteter til drift og opbevaring af udstyr og foder.

Faktaboks:

Saltindhold eller salinitet i danske farvande:

- Vesterhavet til nord for Læsø: ca. 32-33 promille

- Kattegat 20-25 promille
- Femernbælt ca. 10 promille
- Bornholm, ca. 8 promille.

Netbure

Burenes design og materiale bestemmes af fiskeart og størrelse, strømforhold, vanddybde, isforhold om vinteren, saltindholdet og eksponering for vind og bølger. Der skal være tilstrækkeligt ilttilførsel og god vandkvalitet for at optimere fiskenes trivsel og vækst.

Alle bure er bygget op på en ramme med en netpose. Rammen har nogle flydeelementer, så burene bliver oppe ved vandoverfladen. Desuden er der en vægt eller et ankersystem for at holde burene på plads og nettene udstrakt.

Tidligere var firkantede netbure i en stålramme meget almindelige især i Norge og Skotland. De er dog relativt skrøbelige, og skal stå i beskyttede områder, fordi de ikke kan holde til kraftige bølger. I Danmark bruges ikke firkantede stålbure til opdræt.

Moderne bure er lavet af plastringe, som er svejset sammen med flydeelementer af kraftig HDPE plastik. Burene kan laves som en rundkreds på 30-300 m. Udviklingen går mod færre og større bure. De runde bure kan bruges i områder med stor vandgennemstrømning. Der anvendes kun runde netbure i Danmark.

I Norge er det almindeligt med adgang til burene fra land via en bro. Alle havbrug i Danmark er placeret, så der kræves en båd for at sejle ud og passe fiskene. Offshore produktion kræver en stor investering med større både til transport af udstyr, fisk, foder og medarbejdere, eller etablering af en foderflåde.



Havbrug med netbure. Foto: Hvalpsund Net .

Net

Nettene skal være stærke og kunne holde formen i vandet. Tidligere brugte man net af polyamid eller nylon, men de er meget tunge at arbejde med.

Dyneema® net er en ny type slidstærke net, som er tyndere, lettere og dermed nemmere at håndtere. Desuden giver de en bedre vandgennemstrømning, og der skal bruges mindre antibegroningsmiddel for at forhindre tang og alger.

Fortøjning, ankere, bøjer og markering

Der er ligeså mange måder at forankre på, som der er fiskeanlæg. Typen bestemmes af lokalitet og strømforhold.

Bøjer med kraftige farver bruges til afmærke anlægget af hensyn til den øvrige trafik på havet.

Rovdyr

Potentielle prædatorer eller rovdyr er f.eks. måger, havørne, sæler og marsvin. For at holde fuglene ude, anbringer man net over burene. Fugleskræmsler bruges ikke på havbrug.

Sæler er ikke et problem i Danmark, og der har ikke været tilfælde, hvor marsvin har prøvet at få adgang til fisk i havbrug.

Begroning

Netbure bliver især om foråret begroet af f.eks. tang, muslinger og andre bløddyr. Det medfører, at hullerne i nettene bliver lukkede og dermed reducerer vandudskiftningen og indholdet af ilt i burene.

For at undgå eller begrænse begroning, kan nettene behandles med et antibegroningsmiddel. Man kan også skifte net flere gange i løbet af sæsonen. Hvor tit nettene skal skiftes, eller man skal bruge midlet, er afhængig af lokaliteten og det enkelte havbrug. Det aktive stof i antibegroningsmidlet er kobber. Læs mere i [kapitel 10](#).

Fodring

På de mindre havbrug fodres fiskene en båd, der medtager foder fra fodersiloerne på land. Foderet fordeles ud over overfladen med en blæser eller vandkanon.

Større havbrug kan anvende automatisk fodring. Desuden kan det ske manuelt ved ekstensivt opdræt.

Hvor meget, der skal fodres, bestemmes ud fra produktionsplanlægning, vejrudsigt og fiskenes ædelyst.

Der bruges særligt miljøvenligt foder, som overholder miljømyndighedernes udledningskrav mht. næringsstoffer.



Fodring med foderkanon fra båd. Foto: Hvalpsund Net.

Sygdom og medicin

Medicinering foregår kun når fiskene er syge, og kun efter ordination af den tilknyttede dyrlæge. Ved mistanke om sygdom tilkaldes dyrlægen og fiskene bliver undersøgt.

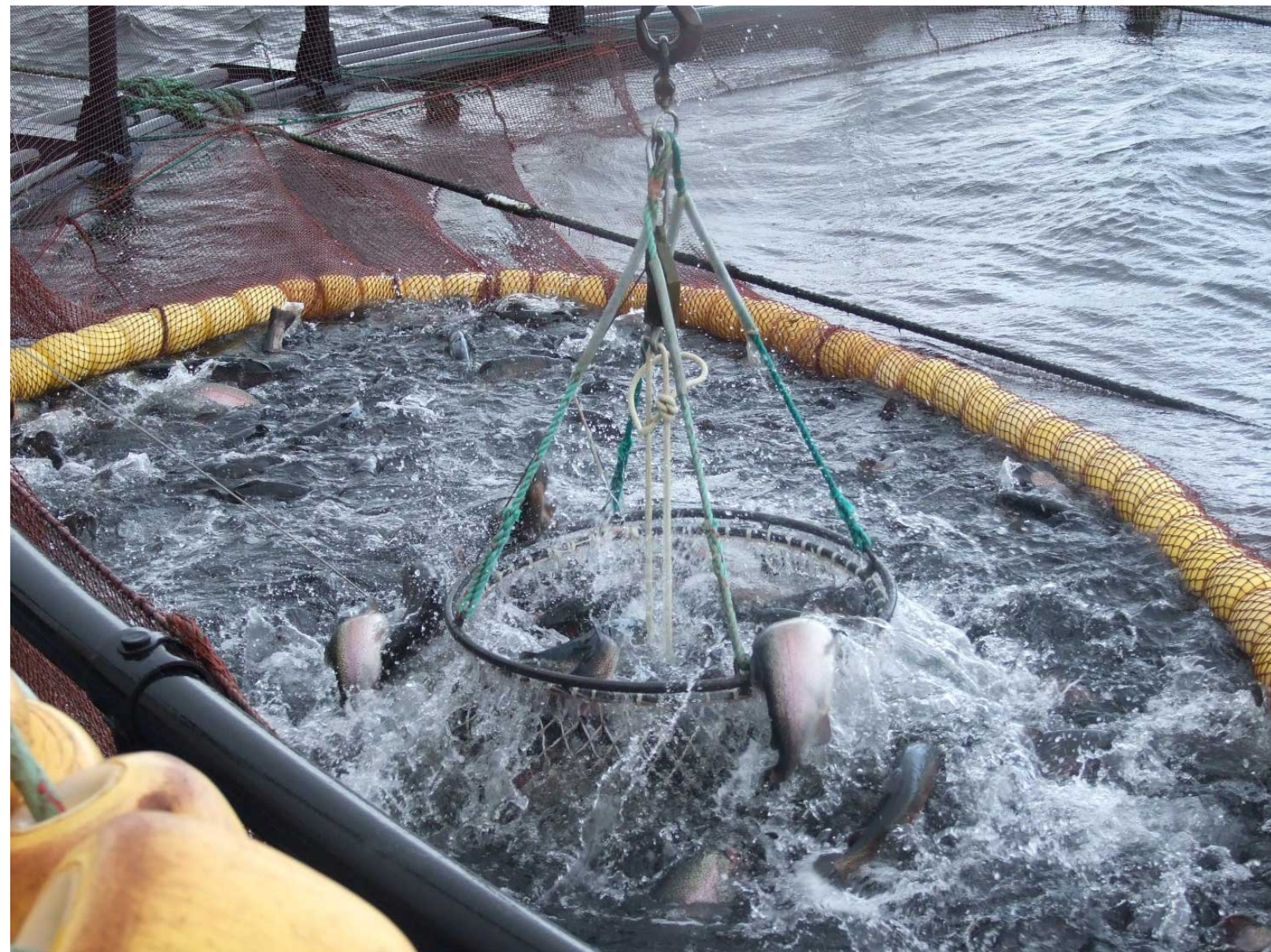
I tilfælde af [bakteriesygdomme](#) kan antibiotika anvendes. Der er tre godkendte antibiotikaer for havbrugsfisk (Oxolinsyre, Trimethoprim, Sulfadiazin). Dyrlægen udskriver en recept, der sendes til foderfirmaet, som blander antibiotika i foderet.

Udsætning af fisk

Når der skal udsættes fisk i et havbrug, køres de fra ferskvandsdambruget til havnen, hvor fiskene pumpes op i en brøndbåd. Herefter sejler de til havbruget, og pumpes over i burene. Efter transporten skal båden gøres ren for at undgå smitte.

Høst

Regnbueørred høstes hovedsageligt i november-december. Fiskene samles i et net i buret, hvorfra de enten bliver pumpet op i en brøndbåd eller høstes i net. Herefter bliver de sejlet til slagteriet.



Høst af regnbueørreder fra netbure. Foto: Hvalpsund Net.

Produktion

I Danmark er havbrugsproduktion som regel baseret på "[all in-all out](#)"). Produktionscyklus er én pr. år, efterfulgt af en periode på 2-3 måneder, hvor området ligger brak.

Et eksempel på en produktionscyklus:

- Januar- marts: Bure og net repareres. Nettene sendes evt. til behandling med antibegronings middel. Sedimentprøver (egenkontrol) udtages, inden nettene lægges ud.

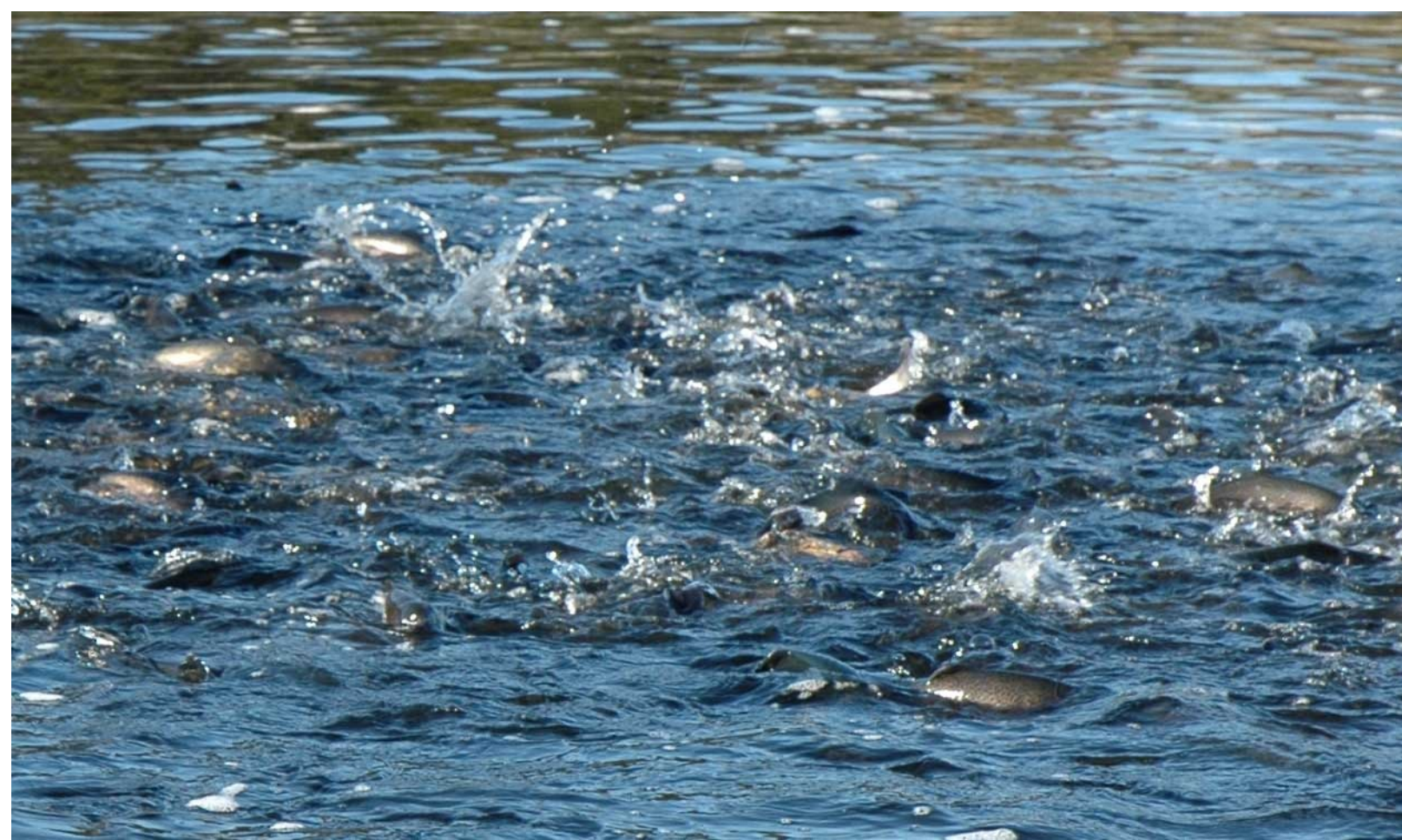
- April: Burene sejles ud til lokaliteterne og sættes fast på havbundet. Sættefisk er samlet og overføres til en brøndbåd, der sejler fiskene ud til burene, hvor de bliver sat ud.
- Maj-november: Fiskene passes. Daglig fodring og overvågning af døde fisk, sygdom osv. Nettene skiftes løbende afhængig af begroning.
- November-december: Høst af fisk. Bure og udstyr fjernes og opbevares på land.

Spørgsmål:

1. Hvilke forbehold skal man tage, når et nyt havbrug skal placeres?
2. Hvilke konflikter kan opstå med placeringen af et havbrug?
3. Hvilke udstyr er vigtigt for at drive et havbrug?

Kapitel 4: Fiskefoder

Fiskefoder skal leve op til fiskeartens krav og behov for at sikre vækst og trivsel. Sammensætning har stor betydning for fiskenes udskillelse af næringsstoffer, og da foderet udgør en stor del af driftsomkostningerne, er det en afgørende faktor i et fiskeopdræt.



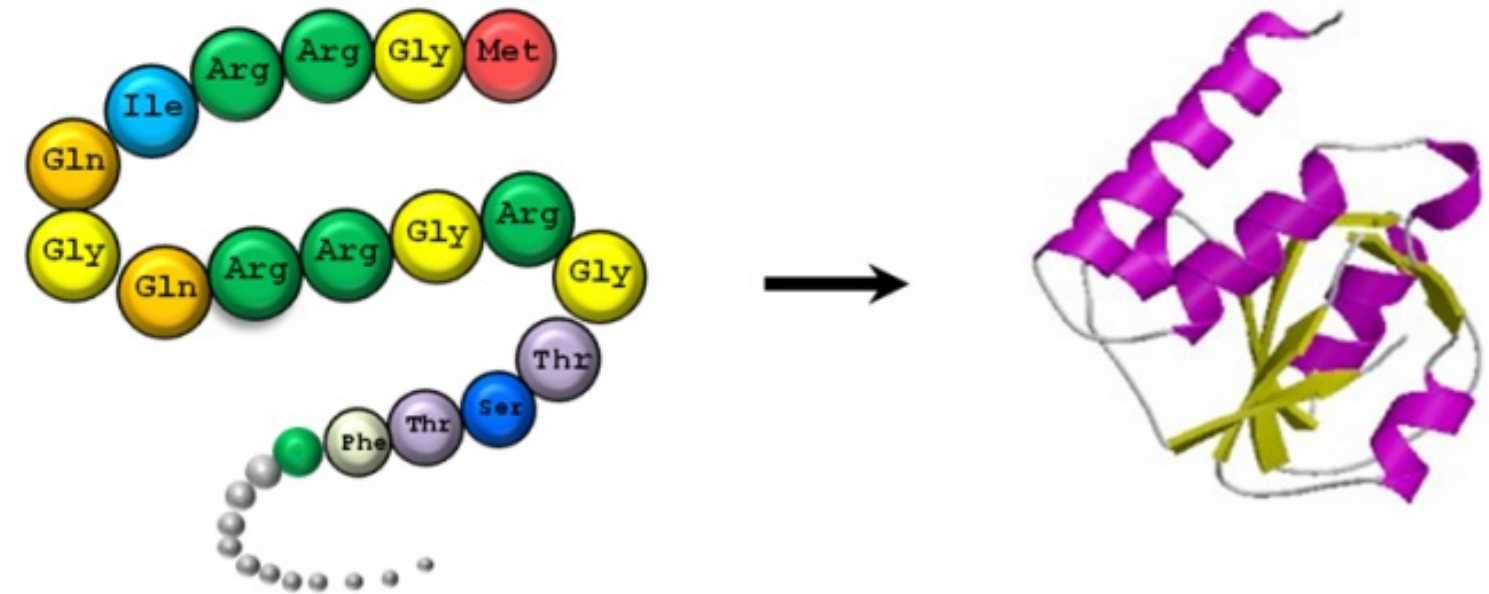
Spisende fisk. Foto: Per Bovbjerg Pedersen.

Ernæringsbehov og fodersammensætning

Fiskenes behov for ernæring afhænger især af art, størrelse og forholdene i anlægget, f.eks. temperatur, ilt og saltindholdet i vandet. Foderet sammensættes, så det i videst muligt omfang dækker ernæringsbehovet. Af praktiske og økonomiske årsager vil der dog være en række afvigelser og tilnærmelser, når det fremstilles.

Fisk har behov for både makro- og [mikronæringsstoffer](#). Makronæringsstoffer kan opdeles i proteiner, fedt og kulhydrater. De bidrager med byggesten, så fiskene kan få energi og vokse. Proteiner er afgørende for væksten. De består af forskellige aminosyrer, som er koblet sammen i

kortere eller længere kæder, som kaldes peptider. Når peptidkæderne kobles sammen, danner de proteiner.



Figur 4.1: Proteiner består af en eller flere polypeptider. Et polypeptid er en kæde af aminosyrer. Polypeptidkæderne foldes i tredimensionale strukturer for at danne et funktionelt protein. Illustration: www.ebi.ac.uk.

De livsvigtige aminosyrer

Der findes 23 forskellige aminosyrer, som indgår i proteiner. Aminosyrerne er nødvendige, så fisken kan opbygge protein og dermed vokse. Flere af dem kan fiskene selv danne ud fra andre, men der er 10, som den ikke kan. De er livsvigtige og kaldes de essentielle aminosyrer, så det er nødvendigt, at fiskene får dem gennem foderet.

Faktaboks:

De 10 essentielle **aminosyrer** er arginine, histidin, isoleucin, lysin, methionin, phenylalanin, threonin, tryptofan og valin.

Aminosyrer har en kvælstofholdig aminogruppe ($-\text{NH}_2$). Hvis aminosyren ikke danner protein, men i stedet nedbrydes og bruges som energikilde, vil kvælstoffet primært udskilles som ammonium (NH_4^+) over fiskens gæller. Det er denne udskillelse, som er hovedkilden til kvælstofudledning fra fiskeopdræt.

Andelen af kvælstof fra foderet, som bliver i fisken og bruges til vækst, kaldes kvælstofretentionen. Ved at maksimere den, opnås både en effektiv foderudnyttelse og en reduceret kvælstofudledning.

Fisk er generelt meget effektive til at udnytte tilført protein og kan opnå kvælstofretentioner på op mod 50 %, hvilket er meget højere end de fleste andre husdyr.

Fedt giver energi

Fedt kaldes også lipider. Fedt er meget rig på energi og er derfor en effektiv måde at tilføre energi til fisken og lagre energi på. Energien lagres som fedt, typisk i bugregionen.

Fedt indgår også i mange livsvigtige funktioner i organismen helt ned på celleniveau. Omega-3-fedtsyrer, som produceres af alger og via fødekæden ender i fiskene, er der særlig fokus på. Fisk, og især fede fisk, er den vigtigste kilde til disse sunde fedtsyrer.

Faktaboks:

Omega-3-fedtsyrer tilhører de såkaldte flerumættede fedtsyrer. Man skelner mellem PolyUnsaturated Fatty Acids (PUFA), og HighlyUnsaturates Fatty Acids, (HUFA) med de langkædede EPA (20 c-atomer) og DHA (22 c-atomer) som de mest omtalte og vigtige.

Grundet stigende priser og begrænsede mængder fiskeolie til rådighed, er foderets indhold af fiskeolie i de senere år blevet reduceret og i stigende grad erstattet af planteolier, der ikke indeholder EPA og DHA. Foderets indhold af disse Ω -3 fedtsyrer, der på verdensplan er en begrænset ressource, må derfor forventes at falde.

Ørreder i naturen spiser ikke sukker

Kulhydrat eller sukkerstoffer kaldes også ofte NFE (NitrogenFrieEkstrakt-stoffer) på fodersække og varedeklarationer. I naturen vil laks eller ørreder stort set ikke indtage kulhydrater, der typisk kommer fra planter. Derfor er fiskenes fordøjelsessystem m.v. ikke velindrettede til at fordøje sukker.

Ubehandlede planter indeholder en række stoffer, kaldet anti-nutritionelle faktorer, som er skadelige for fiskens fødeoptag og fordøjelse. De fjernes dog vha. forskellige renseprocesser. I moderne ekstruderet foder er kulhydrater nødvendige for at sikre pillerne struktur og et højt indhold af fedt og energi.

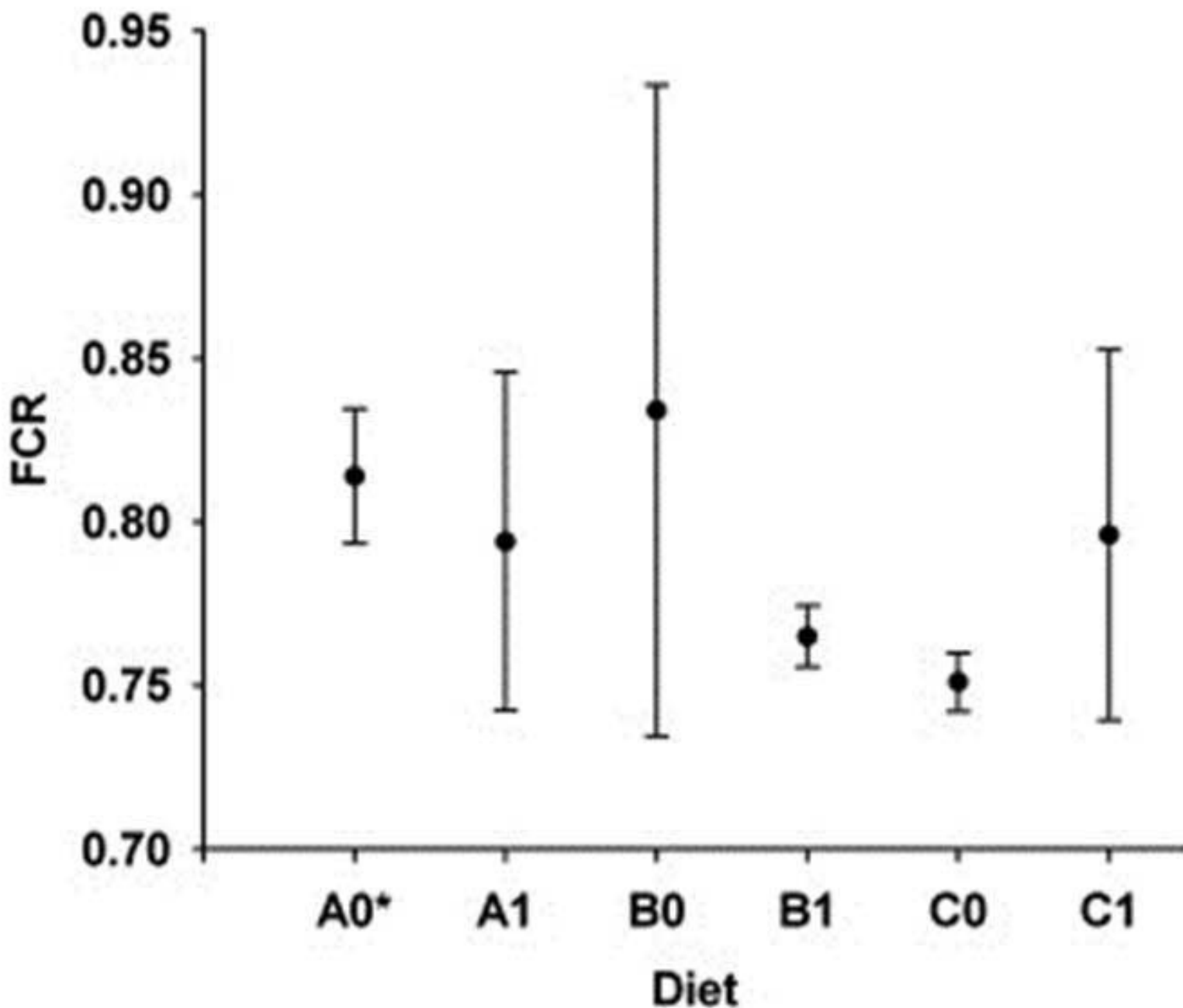
Træstof fremgår også oftest af foderdeklarationen. Det består af ufordøjelige kulhydrater, som oftest stammer fra planternes indhold af cellulose og lignin.

Aske består af diverse salte og mineraler, herunder fosfor. Aske er det, som er tilbage, når foderet er tørret og "forasket" i en muffelovn ved 525° C i et døgn.

Vitaminer, salte og mineraler

Mikronæringsstoffer indbefatter vitaminer, salte og mineraler, f.eks. fosfor, som skal dække fiskens behov og sikre foderets stabilitet. Fosfor er vigtig for fiskenes ernæring. Det er nødvendigt for skeletdannelsen, livsvigtigt for alle levende celler og en central brik i arvemassen.

Med overgangen til plantebaserede råvarer er fosforindholdet i foderet blevet yderligere aktuelt. Dels indeholder planter ikke så meget fosfor som fiskemel, dels er fosforen ofte utilgængelig, fordi det er bundet i stoffet fytin, som f.eks. laksefisk ikke er i stand til at nedbryde, da de mangler enzymet phytase. Tilsætning af phytase til foderet gør fosforen biologisk tilgængelig for fiskene, ligesom tilsætning af fosfor yderligere kan sikre fiskens behov.



Figur 4.2: Opnået foderkvotient for regnbueørreder tildelt primært plantebaseret foder med tre fosforniveauer (A = 0,89 %, B = 0,97 %, C = 1,12 %), og uden (= 0) eller med (= 1) phytase tilsætning. Som figuren viser, har phytase positiv effekt på foderudnyttelsen, lavere foderkvotient, ved fosforindhold under 1%. Kilde: Dalsgaard J, Ekmann K.S, Pedersen P.B, Verlhac V. (2009).

Energi i foder

Protein, fedt og kulhydrat udgør foderets samlede energiindhold. De enkelte stoffer i hver kategori har sit eget energiindhold, men af praktiske hensyn tildeles protein, fedt, kulhydrat et fast energiindhold, som afspejler et gennemsnitligt energiindhold af næringsstoffet.

Energiindholdet i:

- Protein er 26,66 MJ/kg (26,66 KJ/g)
- Fedt er 39,57 MJ/kg (39,57 KJ/g)

- Kulhydrat er 17,17 MJ/kg (17,17 KJ/g)

Det samlede energiindhold (bruttoenergi) i et foder kan derfor beregnes, hvis man kender indholdet af protein, fedt og kulhydrat.

Eksempel på beregning af bruttoenergi:

1 kg foder indeholder 420 gram protein, 300 gram fedt og 160 gram kulhydrat.

Bruttoenergiindholdet er derfor:

$$420 \times 26,66 \text{ KJ} = 11.197 \text{ KJ/kg}$$

$$+ 300 \times 39,57 \text{ KJ} = 11.871 \text{ KJ/kg}$$

$$+ 160 \times 17,17 \text{ KJ} = 2.747 \text{ KJ/kg}$$

$$= \underline{25.815 \text{ KJ/kg eller } 25,8 \text{ MJ/kg.}}$$

Bruttoenergien siger kun noget om foderets totale energiindhold, og ikke nødvendigvis noget om den mængde energi, som reelt er til rådighed for fisken til vækst og vedligehold m.m. Det er fordi, at det ikke er alt foderets indhold, som bliver fordøjet og optaget i tarmen. En vis del passerer ufordøjet og ender som fækalier.

Den andel, som reelt fordøjes, kaldes fordøjeligheden. Den angiver procentdelen af energien, som er til rådighed for fisken, og den er afgørende for foderets kvalitet. Den kaldes for fordøjelig energi eller nettoenergi.

Moderne fodertyper har en proteinfordøjelighed på 88-91 %, en fedtfordøjelighed på 88-94 % og en kulhydratfordøjelighed på 60-75 %. Den samlede energifordøjelighed vil derfor ligge på 84-88 %.

Eksempel på beregning af fordøjelig energi:

Foderet indeholder 42 % protein, 30 % fedt og 16 % kulhydrat. Hvis fordøjeligheden af protein er 90 %, af fedt 90 % og af kulhydrat 70 % er indholdet af fordøjelig energi MJ i 1 kg foder:

$$\text{Fordøjelig energi fra protein: } 420 \text{ g protein} \times 26,66 \text{ KJ} \times 90 \% = 10.077 \text{ KJ/kg}$$

$$+ \text{Fordøjelig energi fra fedt: } 300 \text{ g fedt} \times 39,57 \text{ KJ} \times 90 \% = 10.683 \text{ KJ/kg}$$

$$+ \text{Fordøjelig energi fra kulhydrat: } 160 \text{ g kulhydrat} \times 17,17 \text{ KJ} \times 70 \% = 1.923 \text{ KJ/kg}$$

$$= \underline{22.684 \text{ KJ/kg eller } 22,7 \text{ MJ/kg.}}$$

$22,7 \text{ MJ/kg} \times 100 \% / 25,8 \text{ MJ/kg} = 88 \%$ af foderets bruttoenergi er derfor fordøjeligt.



Proteinsyntese

De fordøjede mængder protein, fedt og kulhydrat er til rådighed for fiskens vækst og livsprocesser. For at sikre højst mulig vækst, foderudnyttelse og maksimal kvælstofretention er det vigtigt, at alle de nødvendige aminosyrer er tilgængelige for at danne nyt protein, så fisken kan vokse.

Faktaboks:

Sammenkædningen af aminosyrer til peptider og derefter til proteiner kaldes **proteinsyntese**, og foregår i kroppens celler.

Under syntesen afkodes generne (DNA) for deres indlagte information om bestemte aminosyrerækkefølger for dannelse af de ønskede proteiner ved hjælp af budbringer-RNA (mRNA), som efterfølgende aflæses i cellens proteinfabrikker, kaldet ribosomer.

Proteinsyntesen går i stå, hvis de nødvendige aminosyrer ikke er til stede i tilstrækkelige mængder. Det betyder, at aminosyrerne ikke bruges til opbygning af protein, men derimod omdannes til energi, og kvælstoffet bliver udskilt som ammonium.

Det er derfor afgørende for fiskens vækst og foderudnyttelse, at de rigtige aminosyrer er til stede i rette tid og mængde, så proteinsyntesen kan forløbe optimalt.

Fordøjeligheden, sammensætningen af aminosyrer og den resulterende aminosyrekoncentration og -timing er derfor afgørende for foderproteinets betydning og værdi for væksten. Summen af disse faktorer kaldes under ét den biologiske værdi.

Fodertyper og fiskefoderproduktion

Forholdet mellem fordøjeligt protein (DP) og fordøjelig energi (DE) i foderet afstemmes med fiskens behov. På den måde opnås bedst mulig vækst og foderudnyttelse og størst hensyn til kvælstofretention og -udledning.

Mængden af fordøjeligt protein skal sikre, at der nøjagtigt tilføres den nødvendige mængde aminosyrer for at understøtte proteinsyntesen. Mængden af fordøjelig energi skal sikre fiskens aktivitet og øvrige behov.

Ved sammensætning af fodertyperne skal man også tage hensyn til lovgivningen, de praktiske og tekniske krav samt råvarernes tilgængelighed og pris.

Kompliceret at fremstille foder

Tidligere, hvor fiskefoder primært bestod af fiskemel og fiskeolie, var det forholdsvis enkelt at fremstille. I dag indgår en lang række råvarer i foderet, og derfor er produktionen blevet mere kompliceret

Ørredfoder indeholder stadig fiskemel og -olie, men også sojaprotein, sojaskrå, raps, solsikke, hvedegluten, hestebønner, ærter, hvede, gærceller, hæmoglobinmel og rapsolie.

Tidligere blev der især produceret pelleteret foder, som blev sammenpresset og opvarmet til over 70° C, så stivelsen forklistrede. På den måde blev fordøjeligheden større og foderet hang bedre sammen. Foderpillerne blev presset ud gennem dyser, og man kunne efterfølgende tilsættes yderligere olie.

I dag produceres ekstruderet foder. Foderets bestanddele blandes grundigt, hvorefter foderet ekstruderes. Det foregår under forøget tryk og temperatur, hvor fugtighed og damptryk styres. Pillerne presses gennem dyser og ekspanderer kraftigt, når de kommer under normale tryk- og temperaturforhold. Primært på grund af kulhydraterne i foderet dannes en gitterstruktur med små hulrum i pillerne. I den efterfølgende coating fyldes hullerne med fiske- eller rapsolie, så olieindholdet bliver større end i pelleteret foder.

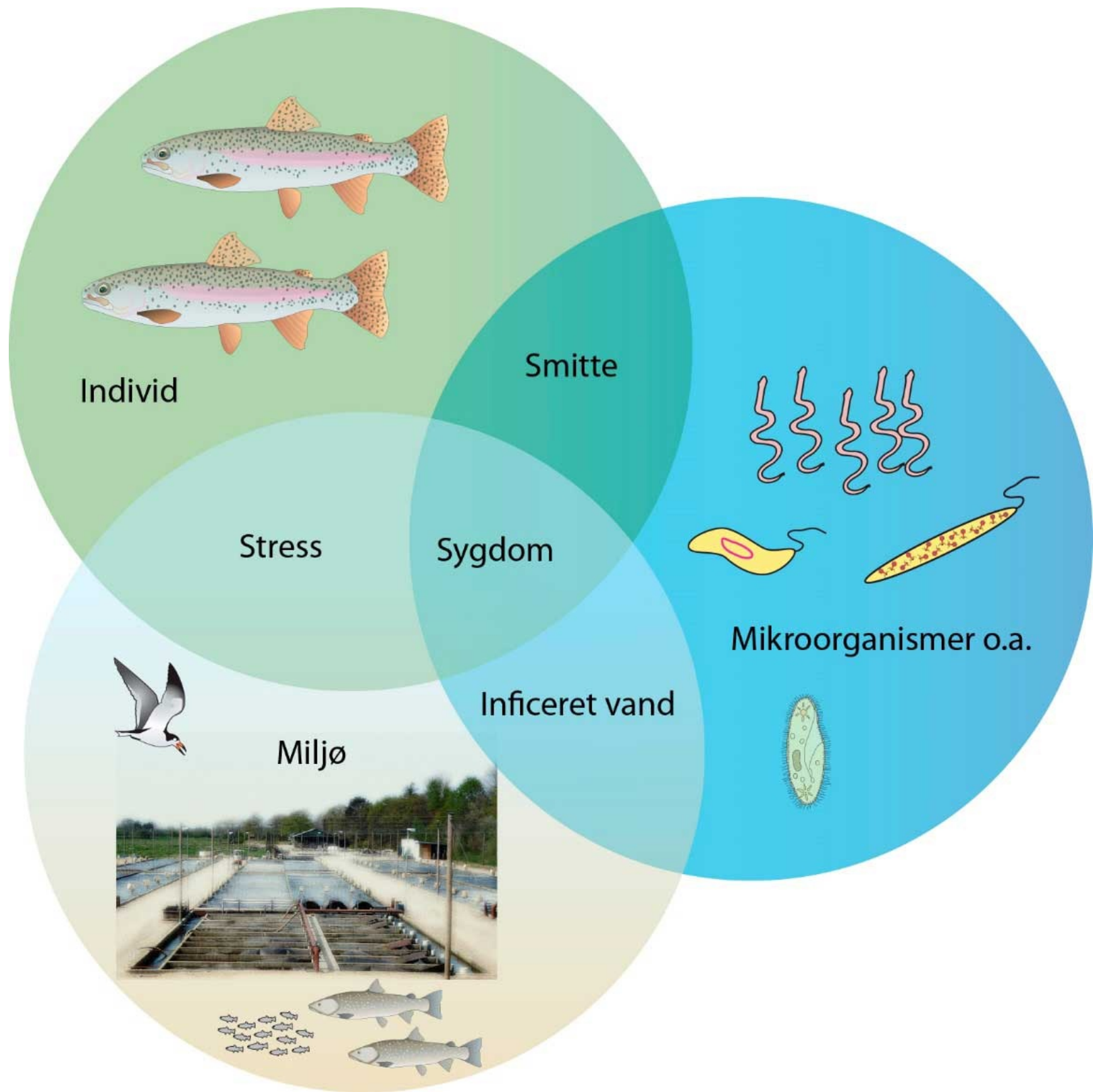
Fiskefoder leveres i forskellige størrelser alt afhængig af, hvor store fiskene er. Større fisk, som skal være røde i kødet og eventuelt lave rogn, har desuden behov for astaxanthin. Det er et rødt farvestof, som tilsættes foderet i mængder fra 20-100 mg pr. kg foder (20-100 ppm).

Kapitel 5: Fiskesygdomme og sundhed

Mange faktorer kan medføre, at fisk bliver syge og i værste fald dør. De vigtigste er:

- Miljø
 - Vandets fysiske og kemiske sammensætning er helt afgørende for, om fisken trives og dermed har god modstandskraft mod sygdom. For regnbueørreden er det især vigtigt, at vandet har et højt indhold af ilt, og at vandtemperaturen ikke er over ca. 20-22 grader. Vandets indhold af organisk stof, kuldioxid, ammoniak, nitrit, jern osv. har også stor betydning for fiskens trivsel.
- Smitstoffer
 - En lang række smitstoffer kan medføre, at fisk bliver syge. Det er primært forskellige bakterier, virus og parasitter. Mange smitstoffer er artsspecifikke og kan f.eks. give sygdom hos regnbueørred, men ikke hos ål. Nogle smitstoffer skal være til stede i store mængder, mens andre kun behøver et mindre antal, før de kan udløse sygdom.
- Fisken selv
 - Fisk har generelt en god evne til at undgå sygdom. Tarmkanalens opbygning og et beskyttende lag hudceller med slim udgør normalt en særdeles god barriere mod smitstofferne i det omgivende miljø. Skulle de alligevel trænge ind i fisken, står et effektivt immunsystem parat. Fiskens alder og størrelse har også stor betydning. Ældre og større fisk modstår ofte bedre udfordringer fra miljø og smitstoffer sammenlignet med unge og små fisk. Det skyldes blandt andet erhvervet immunitet og de fysiske forhold.

Om en sygdom opstår, afhænger af samspillet mellem de tre faktorer. Hvis vandkvaliteten f.eks. er dårlig, kan det nedsætte immunsystemets evne til at bekæmpe indtrængende smitstoffer.



Figur 5.1: Smittecyklus. Illustration: Lene Kruse Kessler, Grafica.

Raske smittebærere

Når en fisk møder et smitstof, som kan medføre sygdom, vil der ske et af følgende:

1. Fisken afværger smitstoffet fuldstændigt.
2. Fisken afværger smitstoffet, men smitstoffet sætter sig på eller trænger ind i fisken.
3. Fisken bliver syg, men overlever. Efterfølgende renses fisken sig fuldstændigt for smitstoffet.

4. Fisken bliver syg, men overlever. Fisken kan ikke rense sig fuldstændigt for smitsstoffet, som forbliver på eller i fisken i en mindre mængde.
5. Fisken bliver syg og dør.

I 2 og 4 opstår der det, som kaldes "raske smittebærere". Altså fisk som ikke er syge, men alligevel bærer et smitstof. Det ses ofte i akvakultur. Raske smittebærere udgør en stor smitterisiko, fordi fisken virker rask, men ofte kan smitte andre fisk.

Symptomer på, at fisken er syg

Har man et godt kendskab til, hvordan en fisk opfører sig normalt i opdrætsenheden, kan man som regel let se, hvis den ikke er rask. Nedsat ædelyst, afvigende svømme-mønstre og afvigende hudfarve er normalt de mest almindelige symptomer på sygdom.

Regnbueørreder opdrættes i flokke, og det er normalt kun hos ganske få fisk, at man kan se symptomer i begyndelsen af et sygdomsforløb. Et typisk symptom er, hvis enkelte fisk ud af flere tusinde i en opdrætsenhed svømmer rundt uden ædelyst og med mørkfarvet hud i nærheden af enhedens sider eller udløb.

Ørreder kan skifte hudfarve fra lys til mørk eller omvendt, afhængig af farverne, hvor fisken svømmer. Denne evne mistes ofte, når fisken er syg.



Syg fisk med ændret hudfarve. Foto: Bernt René Voss Grimm.

Forskellige sygdomme giver forskellige symptomer, hvis man går mere i detaljer. Springer fisken meget, tyder det f.eks. på angreb af parasitten [fiskedræber](#), mens fisk med meget slim på siden kan være inficeret med parasitten [costia](#). Den præcise diagnose kræver ofte en dyrlæge, som ved hjælp af obduktion, mikroskopi og evt. laboratorietest kan afklare hvad fisken fejler.

Optælling og registrering af antallet af døde fisk er en meget vigtig indikator for sundhedstilstanden på opdrætsanlægget. Stiger dødeligheden blot med nogle få fisk dagligt i en opdrætsenhed, kræver det ekstra opmærksomhed. Hvis årsagen kan fastslås, skal man skride til handling med det samme. Hvis ikke, eller hvis der er mistanke om f.eks. bakterie- eller virussygdomme, bør dyrlægen tilkaldes.

Generel forebyggelse af sygdomme

Der er tre forhold som er vigtige at fokusere på, når man skal forebygge sygdomme hos fiskene i et opdræt:

- Vandmiljøet

- Fiskens evne til at modstå sygdom
- Antallet af smitstoffer.

Hvordan de enkelte forhold vægtes, er meget afhængig af opdrættet. Nogle gange kan man undgå udbrud af sygdomme, hvis man blot har stor fokus på optimal vandkvalitet eller smittebeskyttelse, men generelt set er det altid et samspil mellem alle de tre nævnte forhold.

For at undgå udbrud af f.eks. [rødmundsyge](#) er det vigtigt, at forhindre bakterien *Yersinia ruckeri* i at komme ind i opdrætsanlægget eller i det mindste at mindske antallet af bakterier. Desuden skal vandkvaliteten optimeres, f.eks. ved et højt iltindhold og lavt CO₂-indhold, så fisken stresses mindst muligt.

Sidst men ikke mindst kan fiskens evne til at modstå infektionen forbedres ved at have fisk med intakte gæller og hud samt et immunsystem, der er parat til at bekæmpe indtrængende bakterier, inden de formerer sig inde i fisken. Modstandskraften kan understøttes ved at [vaccinere](#) fiskene.

Fokus på vandkvalitet

Vandkvaliteten har stor betydning, når man skal forebygge sygdomme hos fisk. Fiskearterne har meget forskellige grænser for, hvor meget de kan tåle af ændringer og max/min værdier i vandkvalitetsparametrene. Der kan endda være store forskelle mellem stammer og familier inden for samme art. For regnbueørred gælder som tommelfingerregel grænserne i tabellen.

Table 5.1: Regnbueørredens grænseværdier for vandkvalitetsparametre.

		Optimum	Min	Max
Temperatur (°C)	Æg/blommesæksyngel	2-8	0	8
	Yngel/sættefisk	12-14	0	22-24
	Portion/Store	14-16	0	
Ilt	% iltmætning	90-100	65	< 120-200
	mg/ml	> 6-7	2-3	
CO ₂	mg/ml	< 8-15	-	20-100
Ammoniak	mg/ml	< 0,025	-	< 0,05

Nitrit	mg/ml	< 0,2-1	-	10-20
Gasttryk (N)	%	< 102	-	105
Jern	mg/l	< 0,5	-	0,8-1,2
pH		6,5-7,5	5,5	8,5

Ørreder er generelt følsomme overfor pludselige ændringer i vandkvaliteten. En pludselig stigning i vandtemperatur f.eks. om foråret og et tilsvarende fald i iltindholdet kan påvirke fiskene negativt. De kan få stress og nedsat immunforsvar. På den måde kan et fald i iltindholdet være skyld i sygdom forårsaget af f.eks. bakterier eller parasitter.

[De nyere opdrætstyper](#) med større grad af recirkulering giver bedre mulighed for at styre vandtemperaturen og iltindholdet. Til gengæld giver disse anlæg store udfordringer med at styre og holde et lavt niveau af f.eks. opløste gasser, ammoniak og nitrit.

Mikroorganismer og organisk materiale

Vandets indhold af organisk materiale og mikroorganismer kan også have negativ virkning på fiskene. Begge dele påvirker gællerne, som er et af fiskens vigtigste organer. Hvis de bliver irriteret af organisk materiale eller uønskede mikroorganismer, reagerer de normalt ved at øge afstanden fra vandet til blodet inden i gællerne, først og fremmest ved en øget produktion af slim.

Hvis irritationen fortsætter, kan fisken også lave det yderste cellelag på gællerne tykkere og ligefrem bygge flere lag ovenpå hinanden. Det mindsker den negative påvirkning fra det organiske materiale eller mikroorganismene, men den øgede afstand mellem vand og blod hæmmer samtidig optagelsen af ilt og udskillelsen af affaldsstoffer såsom kuldioxid og ammoniak. Det giver stress hos fisken og kan udløse sygdom fremkaldt af andre organismer.

At styre mængden af organisk materiale og mikroorganismer i opdrætsvandet udgør en væsentlig del af det forebyggende arbejde mod sygdom. Effektiv vandudskiftning og -rensning med mikrosigter, biofiltre, slamkegler, vanddesinfektionsmidler og uv/ozon er vigtige redskaber.

Smittebeskyttelse

En lang række mikroorganismer kan udløse sygdomme hos fisk. Opdrætsfisk er specielt udsatte, fordi der er mange fisk på samme sted. Hermed får mikroorganismene ideelle forhold til at formere sig i et antal, der udløser sygdom.

For at mindske risikoen for smitte og konsekvenserne heraf, kan der laves en lang række forebyggende tiltag. De kan opdeles i ekstern og intern smittebeskyttelse. Den eksterne hindrer, at de sygdomsfremkaldende mikroorganismer kommer ind på anlægget, mens den interne hindrer smitte mellem fisk inde på anlægget.

Ekstern smittebeskyttelse

Smitte kommer først og fremmest med vand og fisk, men f.eks. fugle, oddere, mennesker, transportvogne og udstyr kan også udgøre en smitterisiko. Derfor gælder den eksterne smittebeskyttelse om at hindre, at smitten kommer ind på opdrætsanlægget.

Vandforsyningen udgør en stor risiko

De fleste sygdomsfremkaldende mikroorganismer overføres naturligt via vand. Den bedste smittebeskyttelse er at bruge bore-, kilde- eller drænvand, da det normalt er helt fri for smittefarlige organismer. Små fisk er som regel mest modtagelige over for sygdom, så derfor bruges der ofte udelukkende bore-, kilde- eller drænvand til klækning af æg og opdræt af de mindste fisk.

Mange fiskesygdomme smitter nedstrøms. Det betyder, at hvis et dambrug smittes af en sygdom, så vil alle dambrug, der nedstrøms får vand fra samme vandløb, også blive inficeret. Siden år 2000 har flere dambrug omlagt vandforsyningen fra åvand til dræn- eller borevand. Det har medført betydelig større sikkerhed på det enkelte anlæg.

Alternativt kan vandet hygiejniseres med f.eks. UV eller ozon, før det ledes til fiskene. Metoden er almindelig i f.eks. Norge eller Chile, men den er meget omkostningsfuld og bruges herhjemme kun på få anlæg.

Hvis anlægget bruger åvand har det stor betydning, om vildfisk har mulighed for at komme ind i vandsystemet. Er der fri passage, øges risikoen for smitte, og fiskesygdomme såsom [VHS](#), [BKD](#) og [IPN](#) kan spredes denne vej.

I havet spiller fortynding af de sygdomsfremkaldende organismer ind og dermed har afstanden mellem de enkelte anlæg stor betydning for, om der sker smitteoverførsel eller ej. Des større afstand des større bliver fortyndingen og dermed mindskes risikoen for smittespredning.

Flytning af fisk

I EU er der er der lavet et system, hvor anlæggene kategoriseres som sygdomsfrie eller ej indenfor nogle sygdomme. Det er sket for at undgå nogle af de mest betydende fiskesygdomme i at sprede sig. Man må kun flytte fisk fra et anlæg til et andet, hvis det anlæg, som fisken flyttes fra, har en højere eller samme sundhedsstatus, som det anlæg, hvor den bliver flyttet til. På den måde forhindres smitte fra kendte inficerede anlæg til sygdomsfrie anlæg.

Det er dog langt fra alle fiskesygdomme, som er med i systemet. Derfor skal man tænke sig godt om, når fisk skal flyttes, så man ikke introducerer nye fiskesygdomme på anlæg, der er fri for den pågældende sygdom.

Fugle kan sprede smitte

Fugle kan sprede fiskesygdomme fra anlæg til anlæg via mikroorganismer på næb og fødder eller i mavesystemet. Hvis fuglen flyver fra et anlæg til et andet og f.eks. brækker sig, kan smitten let spredes.

I Danmark er det især fiskehejrer, skarver og måger, der udgør de største problemer. Derfor er der i den danske lovgivning krav om, at alle opdrætsanlæg skal være overspændt med tråde med højst 25 cm's afstand og have net ned langs siderne. På den måde har fuglene svært ved at trænge ind på anlæggene.



Indhegning af akvakulturanlæg. Foto: Bernt René Voss Grimm.

Andre dyr kan også udgøre en smitte risiko. Det er f.eks. oddere, hunde og katte. For at holde oddere ude, bruger man net og/eller elektrisk hegn langs anlæggets sider.

Transportvogne og udstyr

Tømte transportvogne kan indeholde rester af vand, slim, skæl eller blod. Alt sammen kan indeholde et stort antal smittefarlig mikroorganismer. For at hindre smitte fra fisk, der flyttes i transportvogne fra anlæg til anlæg, kræver loven, at vogne og udstyr skal desinficeres mellem hver transport. I Danmark bruges som regel desinfektionsmidlet Virkon S.



En transportvogn bliver desinficeret. Foto: Jens Jensen.

For yderligere at minimere risikoen ved transport er der også krav om, at læssepladser skal udformes, så der ikke er mulighed for at spildt vand løber tilbage i anlægget. Pumper, net, vod, måleudstyr eller lignende udgør også en risiko og skal altid rengøres og desinficeres, før det flyttes til et nyt anlæg.

God hygiejne er meget vigtig

Medarbejdere, dyrlæger og andre besøgende kan også sprede smitte. Hænder, tøj og fodtøj skal vaskes og desinficeres, når man kommer ind på anlægget og i øvrigt bevæger sig rundt.

Fisk, der slipper ud fra et anlæg, kan også udgøre en smittefare for fisk i andre anlæg. Derfor er der et lovkrav om, at opdrætsanlægget skal udformes, så fiskene ikke kan undslippe til f.eks. vandløb, fjorde, eller havet.

Intern smittebeskyttelse

Det er også meget vigtigt at hindre smitte mellem de forskellige afdelinger på anlægget. Specielt er det vigtigt at undgå, at de ældre fisk smitter de yngre. Som ved den eksterne smittebeskyttelse skal fokus være på vandet og fiskene.

Genbrug af vand øger smitterisikoen

På anlægget skal vandet som udgangspunkt løbe fra de yngste fisk til de ældste fisk. Genbrug af vand på anlæg med recirkulering øger risikoen for spredning af smitte. Her skal anlægget konstrueres, så kun en mindre del af alle fisk på anlægget bliver inficeret, hvis der opstår sygdom i enkelte opdrætsenheder.

Behandling af vandet på anlægget med f.eks. uv, ozon eller pereddikesyre kan reducere mængden af mikroorganismer. Dermed kan det være med til at mindske smitterisikoen.

Vær opmærksom, når fisk skal flyttes

Hvis fisk med forskellig immunstatus bliver blandet sammen, kan det give sygdomsudbrud. Derfor skal flytning af fisk på opdrætsanlægget ske med omtanke.

Døde og døende fisk skal samles op, fordi de danner grobund for sygdomsfremkaldende organismer. De døde og døende fisk skal fjernes fra anlægget og bringes til en godkendt forarbejdningsvirksomhed.

Opdrætsenheder og udstyr

Et rent og ryddeligt anlæg forebygger smittespredning. Regelmæssig rengøring og desinfektion af opdrætsenhederne nedsætter smittefaren. Der skal være fokus på rengøring og desinfektion af net, pumper, waders, rør, transportkar m.m. Specielt hvis man har afdelinger med syge fisk.

Enhederne bør regelmæssigt tømmes for fisk, hvorefter opdrætsenhederne rengøres og desinficeres. På den måde fjernes faren for smitte mellem de enkelte hold, der indsættes i enhederne. På havbrug kan hele anlægget tømmes for fisk mindst en gang om året for at minimere smittefaren.

Stress påvirker immunsystemet

Hvis fisk udsættes for stress, kan det betyde, at immunsystemet svækkes, og fiskene nemmere bliver ramt af sygdom. Stress ses ved en lang række forhold/aktiviteter, f.eks.:

- Fodring
- Sortering
- Vaccinering
- Kunstigt lys, der tændes
- Oddere
- Fugle (specielt fiskehejre og skarver)
- Sammenblanding af fisk i forskellig alder/størrelser
- Lav bestandstæthed
- Høj bestandstæthed
- Temperaturstigning
- Dårlig vandkvalitet.

Fiskens immunsystem

Alle levende organismer er i stand til at beskytte sig mod virus, bakterier, svampe og parasitter ved hjælp af forsvarsmekanismer. Selv regnorme, snegle, krebsdyr og insekter kan aktivere forsvarssystemer, der kan binde sig til de indtrængende sygdomskim og i mange tilfælde dræbe eller inaktivere dem.

Beskyttelsesmekanismerne, der både omfatter celler og proteiner, er en del af det vi kalder det medfødte (eller innate) immunforsvar. Det sættes i gang, så snart der trænger en mikroorganisme ind i dyret eller nogle gange, allerede når den sætter sig fast på dyrets overflade.

Fiskene har også vigtige dele af det medfødte immunforsvar, men de har desuden mulighed for at bruge et langt mere forfinet immunapparat, som kan genkende og huske sygdomskim. Det system kaldes for det tillærte (eller adaptive) immunsystem. Et system som også findes hos padder, krybdyr, fugle og pattedyr. [Læs mere om immunsystemet](#)

Faktorer, der påvirker immunsystemets funktion

Fisk er vekselvarme dyr i modsætning til pattedyr og fugle. Det betyder, at det indre aktivitetsniveau styres af den omgivende vandtemperatur. Immunreaktionerne i fisk er også stærkt afhængige af den ydre temperatur. Hos en regnbueørred eller en laks (koldtvalsarter) foregår reaktionerne meget langsomt og ineffektivt ved 1 °C, lidt hurtigere ved 5 °C, nogenlunde registrerbart ved 10 °C, og de fungerer optimalt mellem 15 og 18 °C.

Man bør undgå at stresse fiskene, fordi de producerer et stresshormon (kortisol) ved dårlig behandling. Stresshormonet påvirker fiskenes immunsystem, og hvis de holdes under stressfyldte betingelser, vil de nemmere blive syge

Opdrætteren skal derfor undgå at gøre fiskene bange, så de forsøger at flygte. Desuden vil lavt iltindhold og meget organisk stof i vandet også stresse fiskene.

I akvakulturindustrien bruges ofte foder, der kan stimulere fiskens medfødte immunforsvar. Foderet kan være tilsat en række immunstimulerende stoffer, f.eks. beta-glucan.

Vaccination af fisk

Faktaboks:

Vaccine og vaccination

Ordene vaccine og vaccination stammer oprindeligt fra det latinske ord "vacca" og "vaccinae", som betyder "ko" hhv "knyttet til ko".

I 1700-tallet gennemførte den engelske læge Edward Jenner nogle af de første forsøg med vaccinering af mennesker. Han opdagede nemlig, at malkepiger, som havde været i kontakt med køer med virussygdommen kokopper, aldrig blev ramt af den nært beslægtede og meget alvorlige koppeinfektion variola.

Malkepigerne blev smittet med kokoppevirus, men blev kun lidt syge, og var derefter immune over for menneskekopper. Jenner indpodede derfor materiale fra kokopper under huden på mennesker, og forsøgspersonerne opnåede en høj grad af beskyttelse mod menneskekopper. Deres immunsystem var blevet aktiveret og i stand til at reagere på koppevirus.

Siden er udtrykket vaccination eller vaccineret blevet almindeligt, når man aktiverer immunsystemet hos et dyr eller menneske med en vaccine, der består af dræbt eller svækket materiale fra en række sygdomsorganismer.

De fleste mennesker i den industrialiserede verden er blevet vaccineret mod en eller flere infektionssygdomme. Det gælder mæslinger, røde hunde, fåresyge, difteri, stivkrampe og polio. Svin, kvæg, får, fjerkræ, heste, katte, hunde og mink vaccineres også mod vigtige sygdomme.

Fisk kan ligesom mennesker og andre dyr også vaccineres, og i mange tilfælde giver det en særdeles god beskyttelse, så man kan undgå at bruge antibiotika.

De vaccinerede fisk bruger deres eget immunapparat til at bekæmpe de indtrængende mikroorganismer, såsom bakterier og virus, og slipper på den måde for at blive syge.

De norske laks

I 1980'erne var der en række bakteriesygdomme i norsk lakseopdræt, som på det tidspunkt producerede mindre end 100.000 tons fisk om året. Sygdommene medførte et antibiotikaforbrug på 50 tons om året.

Derfor udviklede man vacciner til laks, og i begyndelsen af 1990'erne var de så effektive, at antibiotikaforbruget faldt, selvom lakseproduktionen steg betydeligt.

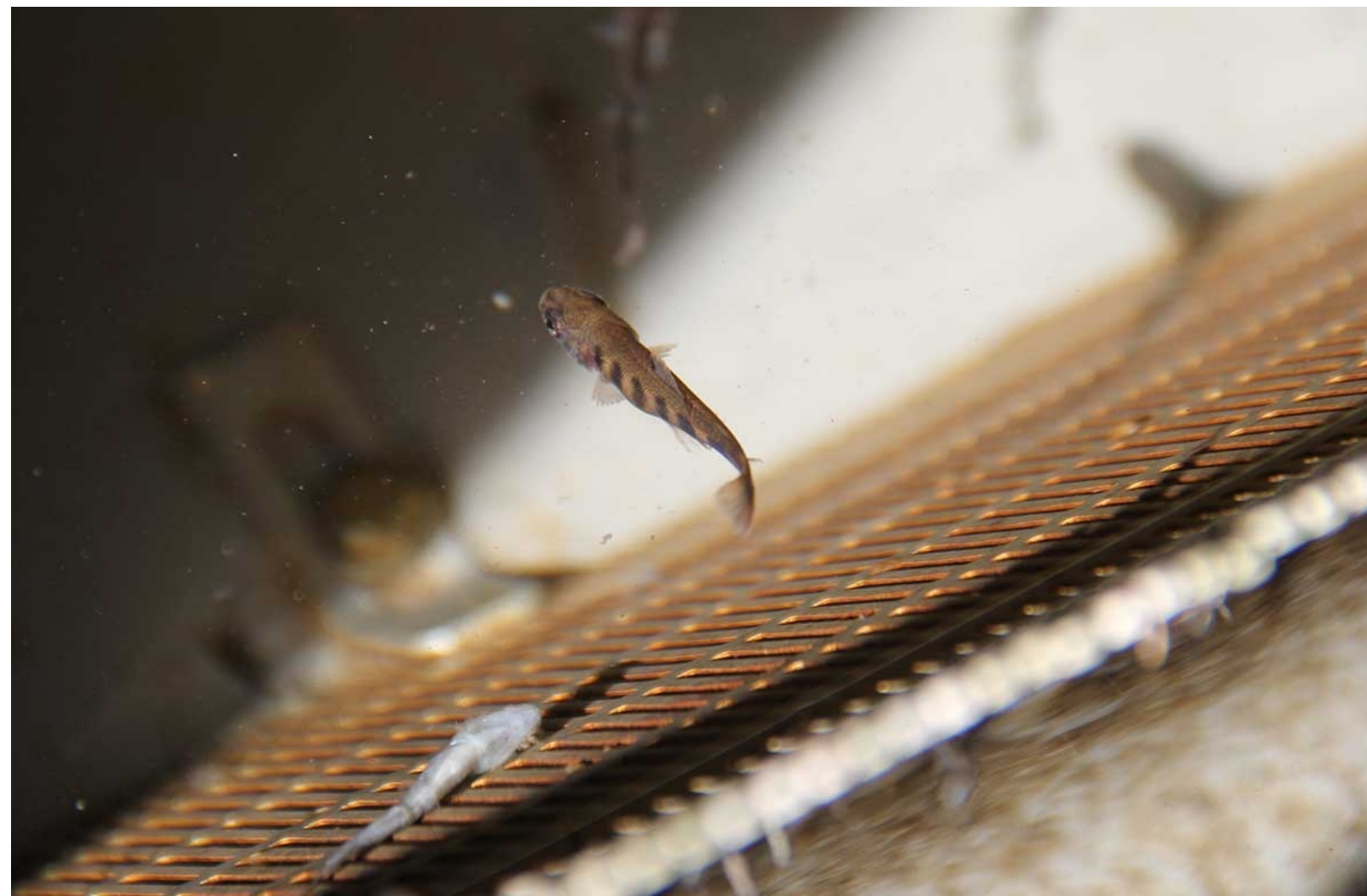
Omkring år 2000 var totalforbruget af antibiotika til laks faldet til under 500 kg om året, hvilket er et fald på 99 % siden 1980'erne. Forbruget er ikke steget siden, selvom der nu produceres 1,3 millioner tons laks om året.

Vaccination anses derfor for at være en bæredygtig metode til at kontrollere fiskenes sundhed.

Fisk kan vaccineres på forskellige måder:

- [dypvaccination](#)
- [badvaccination](#)
- [injektionsvaccination](#).

Temperaturen har stor betydning for fiskens immunsystem. Ved lave temperaturer går alle reaktioner langsomt og det tilrådes at vaccinere fisk ved vandtemperaturer hvor immunsystemet fungerer bedst. Denne er forskellig for de forskellige fiskearter. Laks og ørred vaccineres bedst mellem 10 og 15 °C.



Regnbueørredyngel på Fousing Dambrug. Foto: Mikkel Staadsen-Boesen.

Immersions- eller dypvaccination

Er den mest almindelige vaccinationsform til små fisk og yngel. I ørredopdræt dypvaccineres ørredyngel på omkring fem gram mod [rødmundsyge](#), ERM. Der er også dypvacciner mod bakteriesygdommene [vibriose](#) og [furunkulose](#).

Man vaccinerer ved at nedsænke fiskene i en vandig opløsning af dræbte bakterier. Vaccinen fortyndes typisk 1:10 ved at hælde den i anlægsvand. Dernæst nedsænkes de små fisk i den fortyndede vaccine.



Vaccinen er blandet i vandet i det rette forhold, og fisken dyppes 30 sekunder i blandingen. Foto: Kurt Buchmann.

Vandet skal være varmere end 10 °C, da fiskens immunsystem virker dårligt ved lavere temperaturer. De dræbte bakterier optages gennem fiskens hud, sideliniesystem, spiserør og tarm. De transporteres derefter rundt i fiskens krop, og efter nogle uger vil fisken være immun over for sygdommen.

Beskyttelsen ved en enkelt dypvaccinering virker dog ikke længere end 5-6 måneder. Det er derfor klogt at gentage den efter en måned eller to. En sådan procedure kaldes en booster-vaccinering og vil forøge både graden og varigheden af beskyttelsen.

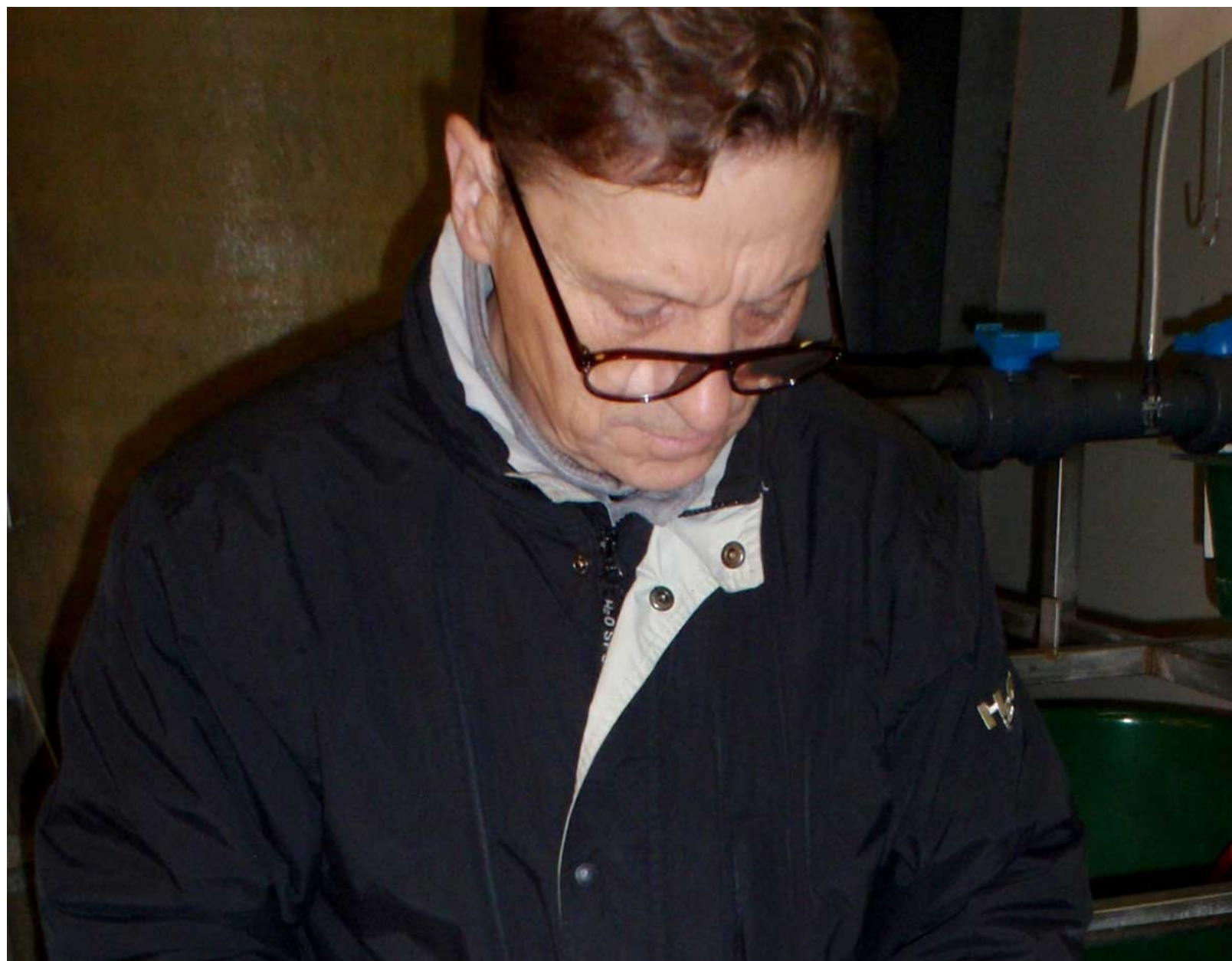
Badvaccination

Når fisken svømmer 1-2 timer i en endnu mere fortyndet vaccine er der tale om badvaccinering. Den lange tid, hvor fisken svømmer rundt i vaccinen kompenserer delvist for den store fortyndingsgrad.

F.eks. får fiskene en rimelig beskyttelse mod rødmundsyge ved at lade dem svømme i rødmundsyge-vaccine fortyndet 1:100 i en time. Vaccinen optages på samme måde som ved dypvaccination.

Injektionsvaccination

Indsprøjtning af vaccine i fisken giver den bedste beskyttelse. Det gælder både ved vaccination mod [rødmundsyge](#) og mod [furunkulose](#). Indsprøjtningen sker med en injektionspistol, der er forsynet med en stålkanyle. Man genbruger kanylen til mange fisk og skifter den ud, når den er slidt eller går i stykker.





Normalt indsprøjtes 0.1 ml af vaccinen i fiskens bughule. Foto: Kurt Buchmann.

Injektionspistolen er forbundet med en slange til en flaske vaccine, der ophænges ved vaccinationsbordet. Sprøjten bliver automatisk fyldt med vaccine efter hver indsprøjtning. Som en tommelfingerregel kan en person vaccinere 1000 fisk i timen.

Før vaccination vil man altid bedøve fiskene ved at sænke dem ned i et flydende bedøvelsesmiddel. Herefter fiskes de op, placeres på et vaccinationsbord, indsprøjtes og sættes tilbage i rent vand. Bedøvelsen foretages primært for at undgå, at fisken springer op og bevæger sig, men smertefornemmelsen vil også være nedsat.

Injektionsvacciner er ofte blandet med et stof, der dels samler vaccinekomponenterne og dels stimulerer fiskens immunsystem til at reagere ekstra kraftigt mod vaccinen. Dette stof kaldes et "adjuvans" - fra latin "adjuvare", som betyder "at hjælpe". Adjuvans er et hjælpestof, som får immunsystemet til at virke bedre. Et adjuvans kan bestå af forskellige typer af molekyler, men vacciner mod furunkulose og vibriose indeholder oftest et olie-adjuvans, f.eks. paraffinolie som er tilsat en opslemning af dræbte bakterier.

Faktaboks:

Adjuvans stammer fra latin og betyder "at hjælpe". Vacciner har behov for hjælpestoffer for at være tilstrækkelig effektive. Derfor tilsætter man et adjuvans, der forstærker reaktionen i

immunsystemet og derved øger vaccinenes effekt.

Kilde: Statens Seruminstitut

Bivirkninger ved stikvaccinering

Når man stikvaccinerer fisk med vacciner, som indeholder et olie-adjuvans, kan immunreaktionerne i fiskens bughule blive særdeles kraftige. I værste tilfælde kan bughulens organer vokse sammen til en kompakt masse, der sætter sig fast på bughulens inderside. Det skyldes at immuncellerne tiltrækkes til området og danner store cellekolonier, der reagerer mod vaccinekomponenterne. Der forskes i at udvikle nye vacciner med adjuvanser, der giver samme beskyttelse mod sygdommene, men samtidigt ikke fremkalder disse bivirkninger.

Andre typer af vaccination

Der findes også vacciner til fisk mod virusinfektioner. Disse er baseret på dyrkning af virus i cellekulturer, som efterfølgende dræbes eller svækkes til brug ved vaccinefremstilling. Desuden fremstilles rekombinante vacciner, som består af molekyler fra den pågældende sygdomsorganisme, der er udtrykt i andre organismer (f.eks. i bakterien *E. coli*, i dyreceller eller i gærceller).

Det er også muligt at fremstille meget effektive DNA-vacciner, der består af DNA-koderne for molekyler i sygdomsorganismen, der ønskes beskyttelse imod. Ved indsprøjtning i ørredens muskellvæv af DNA, der koder for et overfladestof i [VHSV](#) (Egtvedvirus), kan man fremkalde et immunrespons, der meget effektivt langtidsbeskytter fisken mod Egtvedsyge. Denne vaccine er ikke markedsført i EU, men en tilsvarende vaccine mod IHNV er godkendt og anvendes i Nordamerika.

Parasitter

Fisk i akvakultur er ofte inficeret med parasitter, som er snyltere. Organismer, der spiser af det dyr (værten), de inficerer eller spiser af værtens mad. En parasit kan opholde sig inde i værten og kaldes da en endoparasit. Hvis den befinder sig uden på værten benævnes den en ektoparasit.

Fisk kan være inficeret af mange forskellige typer af parasitter. Nogle består af blot en enkelt celle (det er dem vi kalder encellede snyltere eller protozoer). De omfatter bl.a. fimredyr, flagellater og amøber.

Andre snyltere består af hundreder eller tusindvis af celler, som vi kalder de flercellede snyltere. Denne gruppe tæller de [monogene snyltere](#), [bændelorm](#), [ikter](#), [rundorme](#), [kradsere](#) og [krebsdyr](#) for blot at nævne nogle få.

De fleste levende planter og dyr har snyltere. Selv en primitiv bakterie kan have snyltende virus i sig. Bakterier selv kan snylte på både fler- og encellede dyr, mens disse højere organismer selv i visse tilfælde kan optræde som snyltere hos lavere dyr (lige fra regnorme via insekter til søpindsvin), men naturligvis også hos fisk, padder, fugle, krybdyr og mennesker.

Man regner derfor generelt med, at hovedparten af alle arter er snyltere. Selvom både virus og bakterier kan snylte på andre, vil man oftest behandle disse grupper for sig, og henregne de én- og flercellede dyriske snyltere til de egentlige parasitter. Her vil kun blive omtalt udvalgte parasitter af økonomisk betydning i dansk fiskeopdræt.

Parasitters livscyklus

Det dyr, der huser den voksne kønsmodne snylter, kaldes hoved- eller slutværten. Spredningsstadier fra parasitten kan i visse tilfælde inficere hovedværten igen direkte. En parasits livsforløb kan imidlertid være kompliceret og omfatte en eller flere mellemværter.

Spredningsstadier fra snylteren kan i nogle tilfælde inficere et andet dyr, en mellemvært, f.eks. en snegl eller et krebsdyr. Hos arter med én mellemvært vil der i mellemværten udvikles nye parasitstadier, der siden kan inficere hovedværten igen.

Hos andre arter med to mellemværter vil spredningsstadier fra første mellemvært inficere en anden mellemvært, hvori det stadie, der kan smitte hovedværten så endeligt vil udvikles. Fisk kan både optræde som hoved- og mellemvært, alt efter hvilken parasit, der er tale om.

Fimredyr

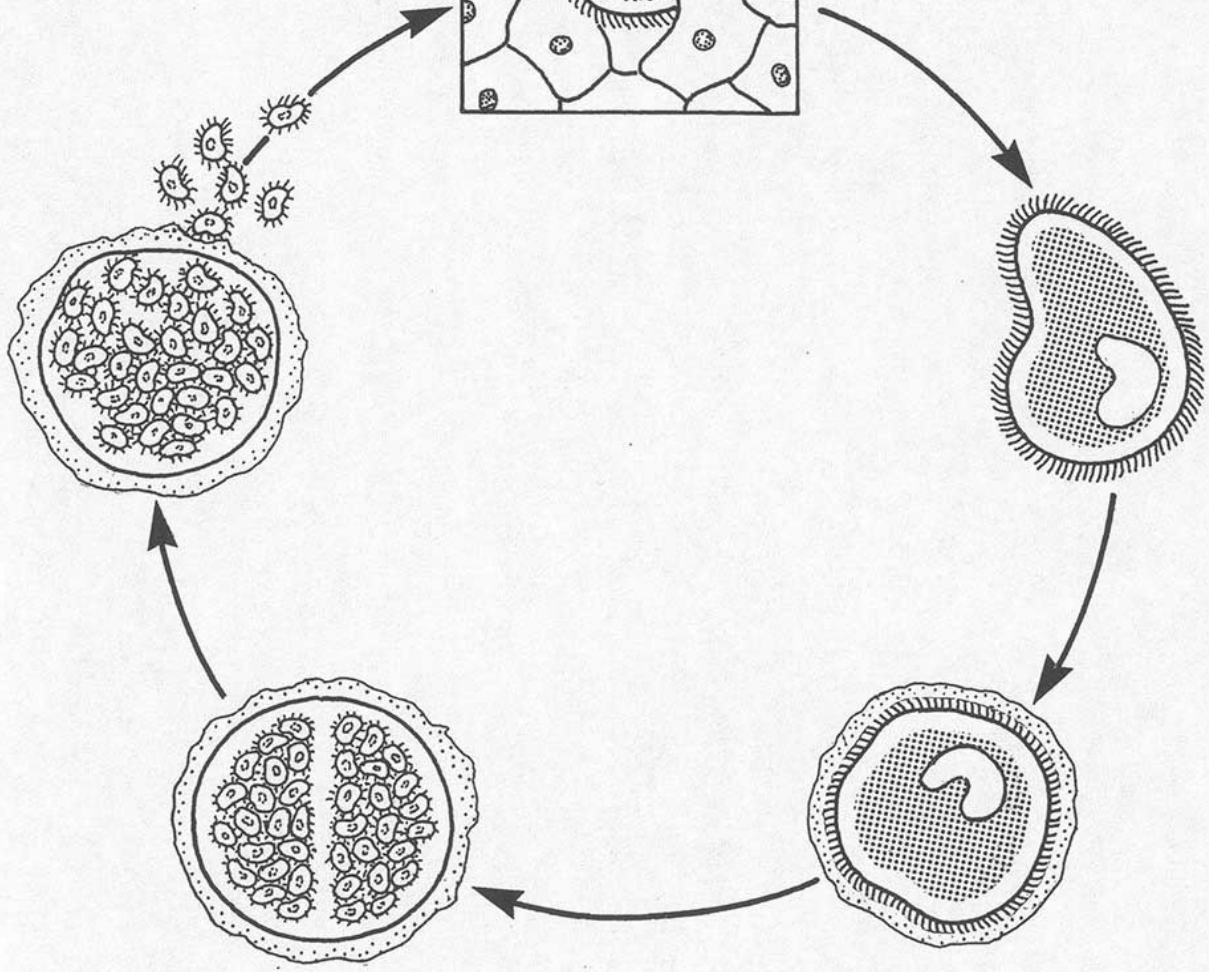
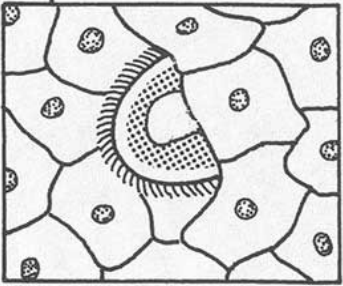
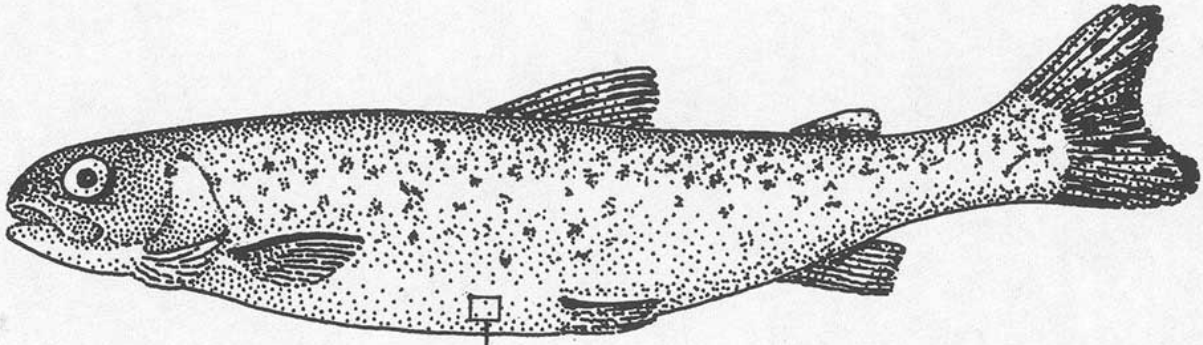
Fiskedræber

Fiskedræberparasitten, *Ichthyophthirius multifiliis*, er en encellet snylter med et utal af fimrehår på overfladen. Den kan angribe de fleste arter af ferskvandsfisk, og regnbueørreder er særdeles modtagelige.

Infektioner kan medføre høj dødelighed blandt fiskene. Den kaldes derfor meget betegnende for fiskedræberen. Den angriber fiskens hud og fremkalder hvidpletsyge, der som regel kan genkendes på hvidplettet hud.

Snylterens livscyklus

Parasitten har fire stadier i sin livscyklus. Stadiet i fiskens hud kaldes trofont-eller ernæringsstadiet. Det er det, som indkapsles i fiskens hud og ses som hvide pletter. Hvis man kigger nærmere på parasitten i mikroskopet, kan man se en hesteskoformet kerne.



Figur 5.6: Livscyklus for fiskedræberparasitten. Illustration: Buchmann & Bresciani.

På snylterens overflade ser man en stadig bevægelse af fimrehår, som river hudceller af fisken og umiddelbart efter optages af parasitten. Derfor kaldes dette stadium for trofont, der kommer fra græsk "trophos", der betyder næring. Når trofonten har nået en vis størrelse på 0,5-1,0 mm, trænger den ud af fiskens hud og svømmer rundt i vandet som en såkaldt tomont. Dens udtrængen kan skabe huller i fiskens hud, som er til stor skade for fisken.

Tomonten hæfter sig til overflader i fiskedammen og danner en cyste, som klæber til underlaget. Dette stadium kaldes tomocysten. Inde i cysten dannes op mod 1.000 nye små celler, der også er fimrehårklædte. Disse små celler trænger ud af cysten som små sværmere, der i kort tid – som regel mindre end et døgn – svømmer rundt og leder efter en fisk. Sværmerne kaldes enten tomitter eller theronter,, og de borer sig ind i fiskens hud og bliver til en ny trofont.



Fiskedræberens sværmer, der kan trænge ind i fiskens hud eller gæller. Foto: Buchmann & Bresciani.

Fiskedræber er temperaturfølsom

Parasittens livscyklus bliver påvirket af vandtemperaturen, og den kan vare få dage ved sommertemperaturer, mens produktionen af nye sværmere tager flere måneder om vinteren. Derfor er det om sommeren, når temperaturen er kommet over 10 °C, at fiskedræberinfektionerne får tag i fiskene.

Sværmernes form og størrelse i cysten afhænger også af temperaturen. En lav temperatur fremmer dannelse af få store theronter, mens høj temperatur fører til dannelse af mange små sværmere.

Kontrol af fiskedræberinfektion

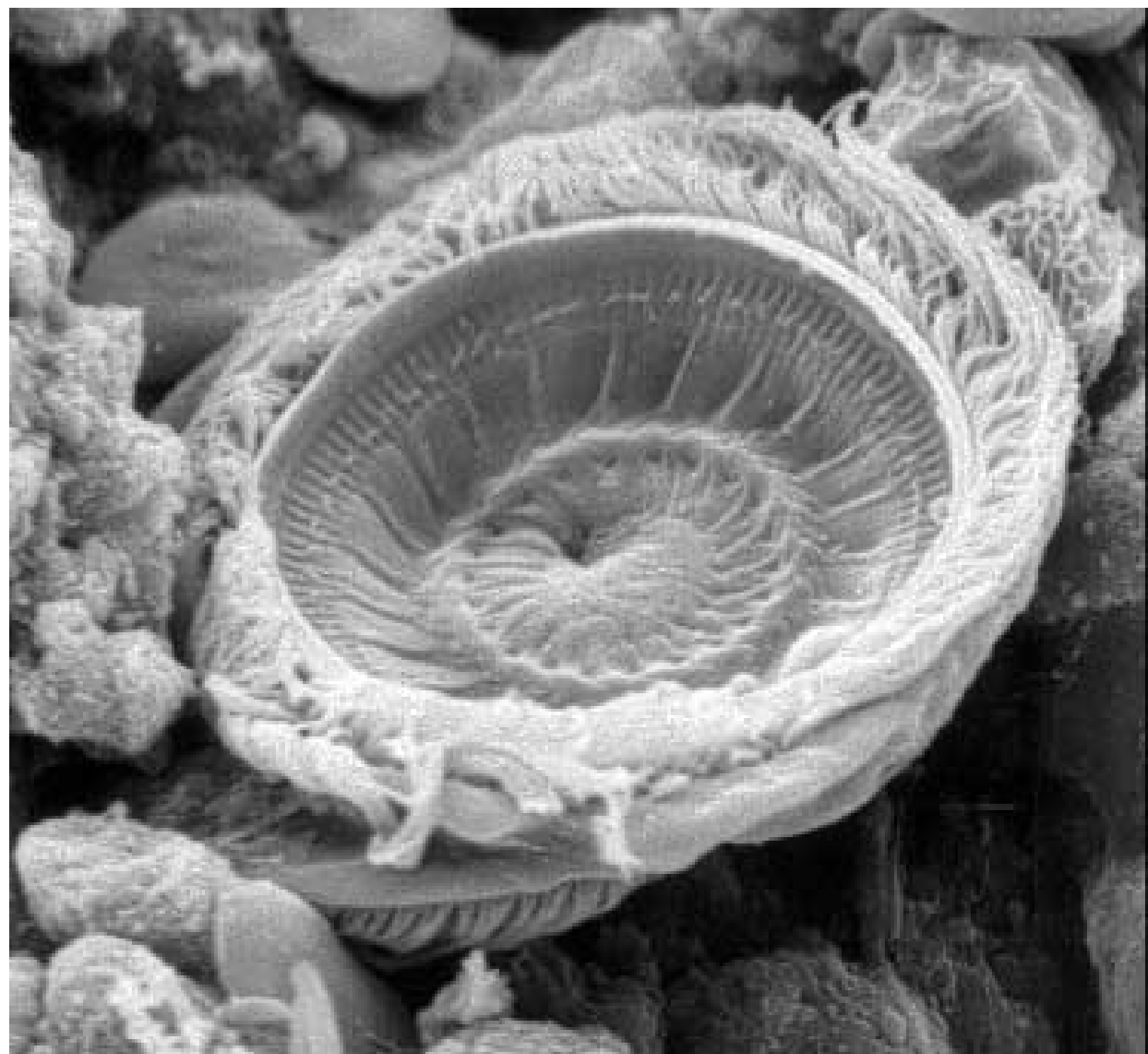
Brintoverilte, pereddikesyre, natriumpercarbonat (soda med brintoverilte), natrium-klorid (køkkensalt) og tilmed hvidløgssaft kan dræbe sværmerstadiet i vandet og derved begrænse infektion af fisken. Andre desinficerende stoffer kan have samme effekt.

Stadig behandling af vandet i fiskeanlæg med stofferne vil nedsætte risiko for infektion. Behandlingen skal dog gentages ofte, fordi tomocyststadiet i dammen ikke berøres nævneværdigt af stofferne. Derfor vil der hele tiden komme nye sværmerstadier fra cysten, og det er nødvendigt at anvende andre strategier for at slippe af med parasitten.

Vandfiltrering kan fjerne tomonterne fra vandet, inden at de når at producere nye sværmere. Da man kan anvende mikrosigter til at filtrere vandet i moderne fiskeopdrætsanlæg, er det muligt at kontrollere sygdommen på en bæredygtig måde. Fisk, der har været inficeret med et beskedent antal fiskedræberparasitter, opnår en vis immunitet. På den måde kan dambrugeren kombinere vandbehandling, vandfiltrering og naturlig immunisering af sine fisk for at holde infektionen i skak.

Trichodina

Der er flere arter af ektoparasitiske ciliater med navnet *Trichodina* i danske opdrætsanlæg. Det gælder både ørreddambrug og åleopdræt. De små fimredyr er bygget som små flade til svagt hvælvede skiver på mellem 20-110 µm i diameter, der i konstant bevægelse afsøger værtens overflade. De forskellige arter kan kun sikkert adskilles ved sølvnitratfarvning under mikroskop.



Trichodina på hud og gæller hos en ørred. Foto: Buchmann & Bresciani.

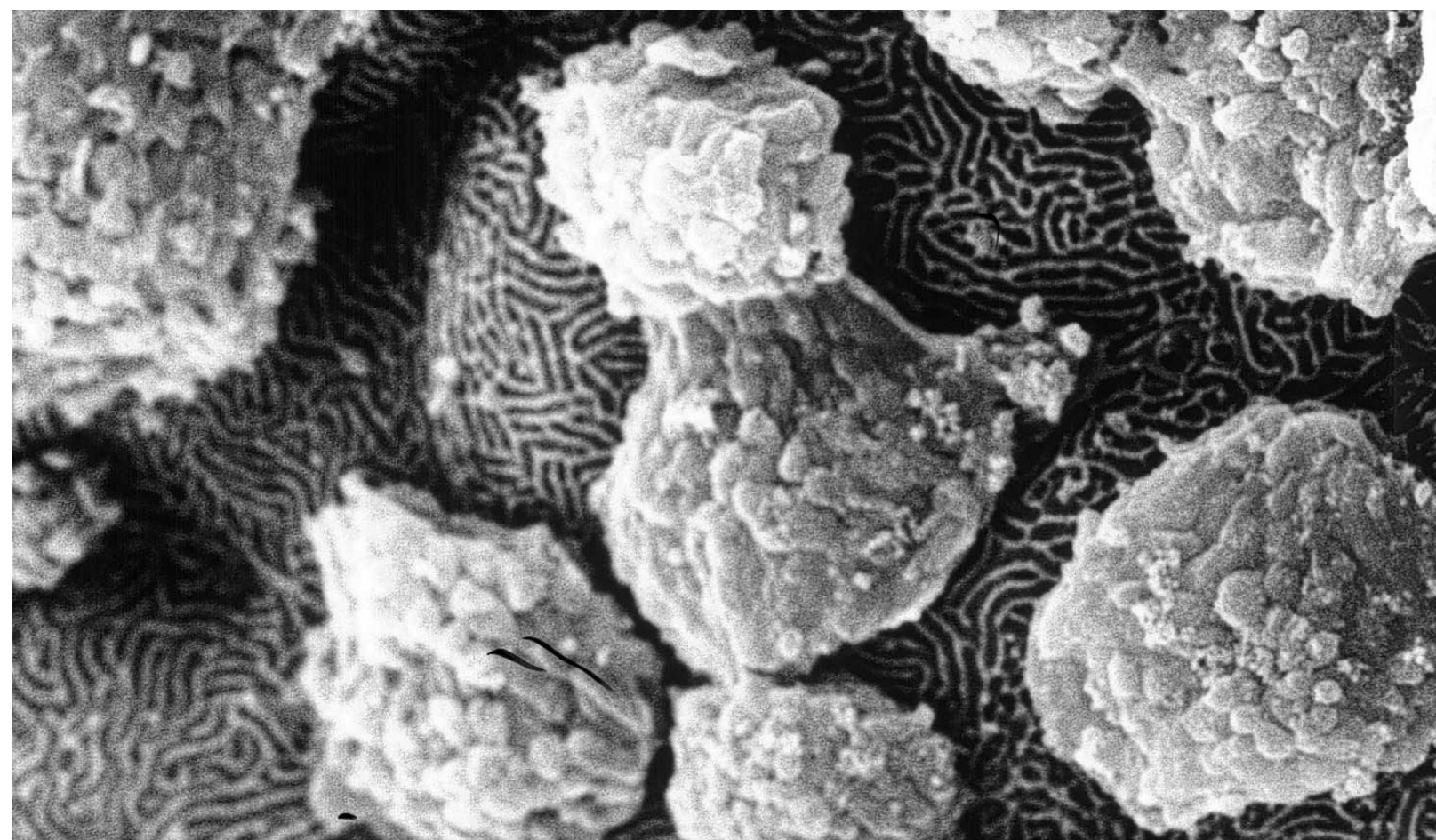
Fimredyrene bruger fisken som fasthæftningssted, mens de filtrerer vandet for partikler, bakterier og elementer fra fiskens overflade, som optages gennem mundåbningen (cytostom). Når de hæfter sig meget fast til fisken, kan hæfteskiven på undersiden virke som en kraftig sugeskål og beskadige fiskens overhud.

Ved kraftig vækst kan hud og gæller blive dækket, så fisken mistrives. Den forøgede slimproduktion i huden kan desuden give fisken en grålig hudbelægning. Vandbehandling med pereddikesyre, natriumpercarbonat, brintoverilte eller hvidløgssaft kan reducere antallet af parasitter. Desuden er

god vandkvalitet med et lavt indhold af organisk materiale tilrådeligt. Parasitterne lever af organisk materiale, og ved god vandfiltrering fjernes fødegrundlaget fimredyrene.

Amøber

I de seneste år er der registreret et stigende antal tilfælde af gælleproblemer hos regnbueørreder og laks i opdræt. Både yngel og sættefisk kan i perioder opleve forhøjet dødelighed, samtidigt med at der på gællerne observeres hvidlige områder og sammenvoksede gællefilamenter, som kan skyldes, at amøber har koloniseret gæller og hud. Det fremkalder en betydelig irritation, som kan forværres ved livlig påhæftning af bakterier og svampe.



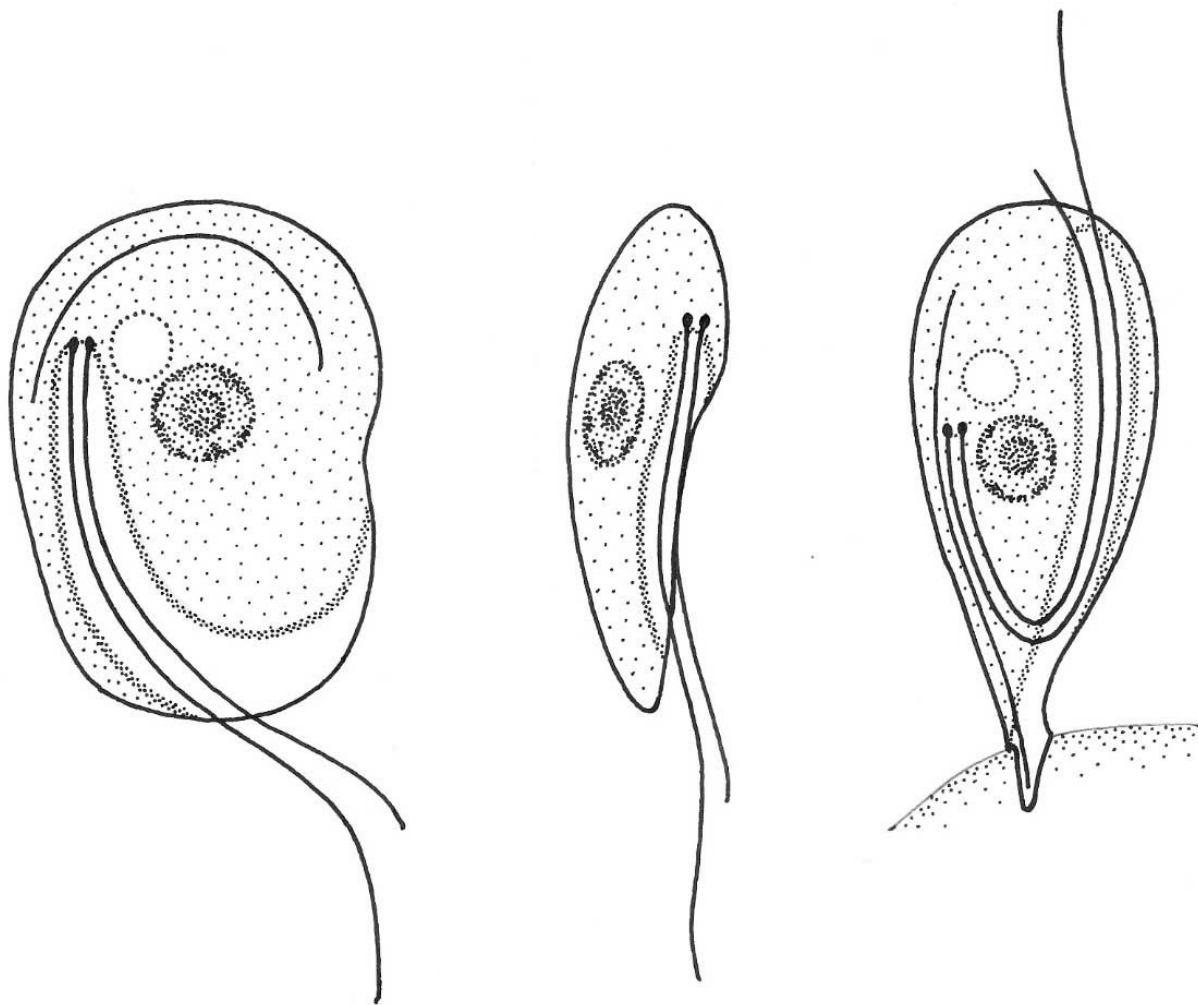
Amøber på en ørredgælle. Foto: Buchmann & Bresciani.

Der forekommer forskellige arter af amøber, nogle angriber ferskvandsørreder, mens andre findes på laks og ørred i havbrug. Den bedste forebyggelse er god vandkvalitet, men ved udbrud kan man bruge pereddikesyre, natriumpercarbonat eller brintoverilte. Man kan også bade fisk fra havbrug i ferskvand, hvis de er angrebet af amøber, og omvendt bade ferskvandsfisk i saltvand for at fjerne nogle af parasitterne.

Flagellater

Hudflagellaten *Ichthyobodo*

Den ectoparasitiske hudflagellat *Ichthyobodo necator* (også kaldet *Costia necatrix*) findes i de fleste ørreddambrug. Parasitterne, der bærer to flageller (piskesvingtråde) koloniserer hud og gæller og formerer sig hurtigt. En enkelt ørred kan være inficeret med mere end 100.000 flagellater.

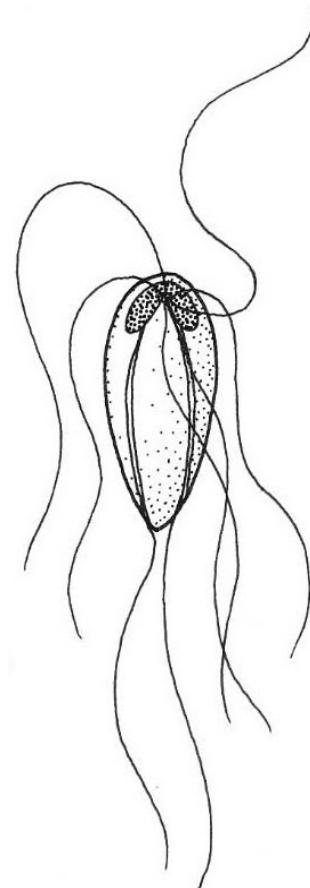


Figur 5.7: Hudflagellaten *Ichthyobodo necator*. Illustration: Buchmann & Bresciani.

Flagellaterne forekommer i en fastsiddende pæreformet type og som en frit bevægelig bønneformet form, der er i stand til at sprede infektionen fra fisk til fisk. Den pæreformede parasitform gennemtrænger fiskens overhudsceller og giver hudbetændelse. Forebyggelse og behandling foretages lettest ved tilsætning af pereddikesyre, natriumpercarbonat eller brintoverilte til vandet.

Tarmflagellaten *Spiroucleus*

Spiroucleus salmonis er en tarmflagellat, som hører til en gruppe mikroskopiske snyltere. Den giver dårlig tarmfunktion og nedsat vækst hos fiskene. Betydeligt inficerede ørreder har gulligt slim i tarmen.



Figur 5.8: Tarmflagellaten *Spiroucleus salmonis*. Illustration: Buchmann & Bresciani.

Parasitten har i alt otte piskesvingtråde. De trives ved lave temperaturer og vokser bedst ved omkring 10 °C. Snylteren formerer sig langsommere, ved 5°C, og endnu dårligere mellem 15 og 20 °C. Den mindre forekomst ved højere temperaturer behøver derfor ikke nødvendigvis at skyldes ørredens bedre immunrespons ved højere temperaturer, men snarere parasittens forkærlighed for lavere temperaturer.

Visse ormemedler, f.eks. albendazol givet med yngelfoder, kan fjerne infektionen, men det er bedre at forebygge med høj hygiejnisk standard i klækkehuset.

Myxosporidier

Myxobolus cerebralis og drejesyge

Myxobolus cerebralis er en myxosporidie med stor økonomisk betydning for opdræt af laksefisk, fordi den fremkalder sygdommen drejesyge i yngel. Den har forkærlighed for ørredynglens bruskskelet, herunder kraniet, der svulmer op ved infektionen. Kranievæggen vil derfor trykke på fiskens hjerne og give balanceproblemer. Inficerede fisk svømmer på en snurrende og uregelmæssig måde, som har givet sygdommen navnet drejesyge.

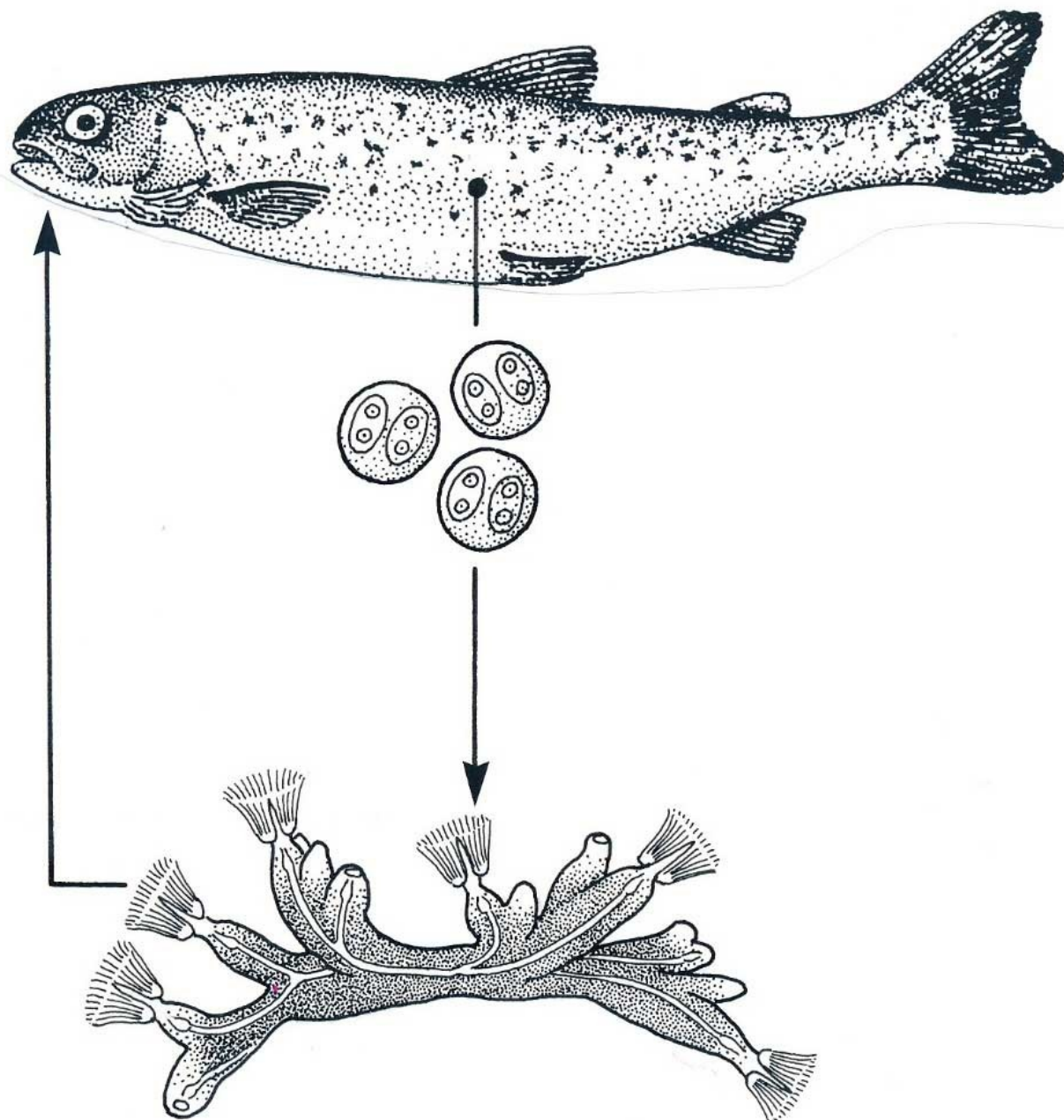
Regnbueørred, bækørred, fjeldørred og 17 beslægtede arter kan inficeres med denne brusksparasit. Bækørred og fjeldørred bliver dog sjældent syge af infektionen. Parasitten er imidlertid et meget stort problem i nordamerikanske floder. De amerikanske laksefisk er særdeles modtagelige, og sygdommen flourer i naturlige vandløb, hvor det er nærmest umuligt at udrydde den.

Parasitten benytter børsteorme (oligochaeter) som mellemværter. Børsteormene inficeres ved at æde sporer frigjort fra fisken, hvorefter der i børsteormen udvikles en ny type sporer (actinosporer), der trænger ud i vandet og inficerer fiskene.

Parasitten er ikke længere et problem i dansk ørredopdræt, da man nu lader ynglen vokse til en størrelse på mindst 2-3 g i smittefrit vand i beton- eller glasfiberkar, hvor der ikke findes børsteorme og parasitter. I denne størrelse forbener fiskens skelet, og parasitten kan ikke trænge ind gennem fiskens knogler.

PKD

Sygdommen PKD (proliferative kidney disease) skyldes myxosporidie-parasitten *Tetracapsuloides bryosalmonae*. Den giver hovedsagligt symptomer i nyrene, som svulmer kraftigt op og bliver let grålige.



Figur 5.9: Livscyklus for PKD-parasitten. Illustration: Buchmann & Bresciani.

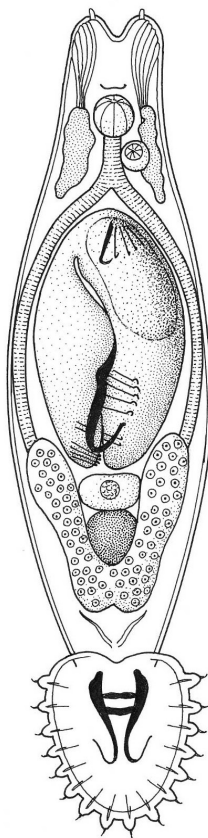
Sygdommen er vidt udbredt hos vilde bækkørreder og har mosdyr (bryzoer) som mellemværter. De forekommer naturligt i ferskvand, og dambrugsfisk kan inficeres fra åvand, mens dambrug, som ikke bruger vand fra naturlige vandløb og søer, slipper for problemet.

Specielt regnbueørreden er modtagelig for sygdommen. Inficerede fisk mistrives og bliver særdeles følsomme for håndtering. Fisk, der overlever infektionen, udvikler livsvarig immunitet mod sygdommen. Udbrud ses i Danmark oftest i august-september.

Monogene snyltere

Gyrodactylus

Parasitslægten *Gyrodactylus* er velkendt blandt fiskefolk pga. de meget alvorlige problemer, som arten *Gyrodactylus salaris* har skabt for den norske vildlaks. Der findes tusindvis af arter indenfor denne slægt. I danske ferskvandsdambrug forekommer to arter, *G. derjavinoides* og en særlig form af *G. salaris*, som dog ikke har succes med at inficere laks.



Figur 5.10: *Gyrodactylus* føder levende unger. Illustration: Buchmann & Bresciani.

Den 0,5 mm lange fladorm med fasthæftningskroge i bagenden hører til gruppen af monogene snyltere. Den beskadiger fisken ved at bore sine små fasthæftningskroge ind i fiskens hud og æde løs af slim og hudceller. Ikke mindre end 16 kroge sidder der på hver parasit, og hver gang snylteren flytter sig, laver den 16 nye huller i fiskens hud.

Baggrunden for snylterens imponerende formeringsevne er, at den producerer levende unger, som allerede er gravide, når de kommer til verden. Kort tid efter fødslen vil ungen selv kunne føde, hvilket giver den en enestående formeringsevne.

Forskellige typer ormemidler kan få bugt med snylteren, men i dambrug bruges pereddikesyre, natriumperkarbonat, kogsalt eller brintoverilte.

Ålens gælleparasitter *Pseudodactylogyrus*

Ålens monogene gælleparasitter er små fladorme på mellem 0,5 og 1,5 mm. De strækker og sammentrækker sig livligt og har en hæfteskive med to store kroge og 14 småkroge, som bores fast i gællens overflade.



Ålens gælleparasitter, som æder slim og celler fra gællerne og giver betændelse og stor skade. Foto: Kurt Buchmann.

Ormene er hermafroditter, dvs. de er både han og hun, og en enkelt orm kan lægge 10-20 æg pr dag ved højere 25 °C, som findes i åleopdræt. Æggenes klækkes også hurtigt, og efter et døgn svømmer små infektiøse larver, oncomiracidier, rundt i vandet i et elegant spiralformet mønster.

Larverne hæfter sig fast til ålens gæller og udvikler sig indenfor en uge til en voksen orm, som lægger æg. Nogle få orm kan hurtigt formere sig til tusindvis, som kan fremkalde betydelig dødelighed. Der er også rapporter om, at en virussygdom forårsaget af *Herpesvirus anguillae* fortrinsvist angriber ål, som er inficeret med gælleparasitter.

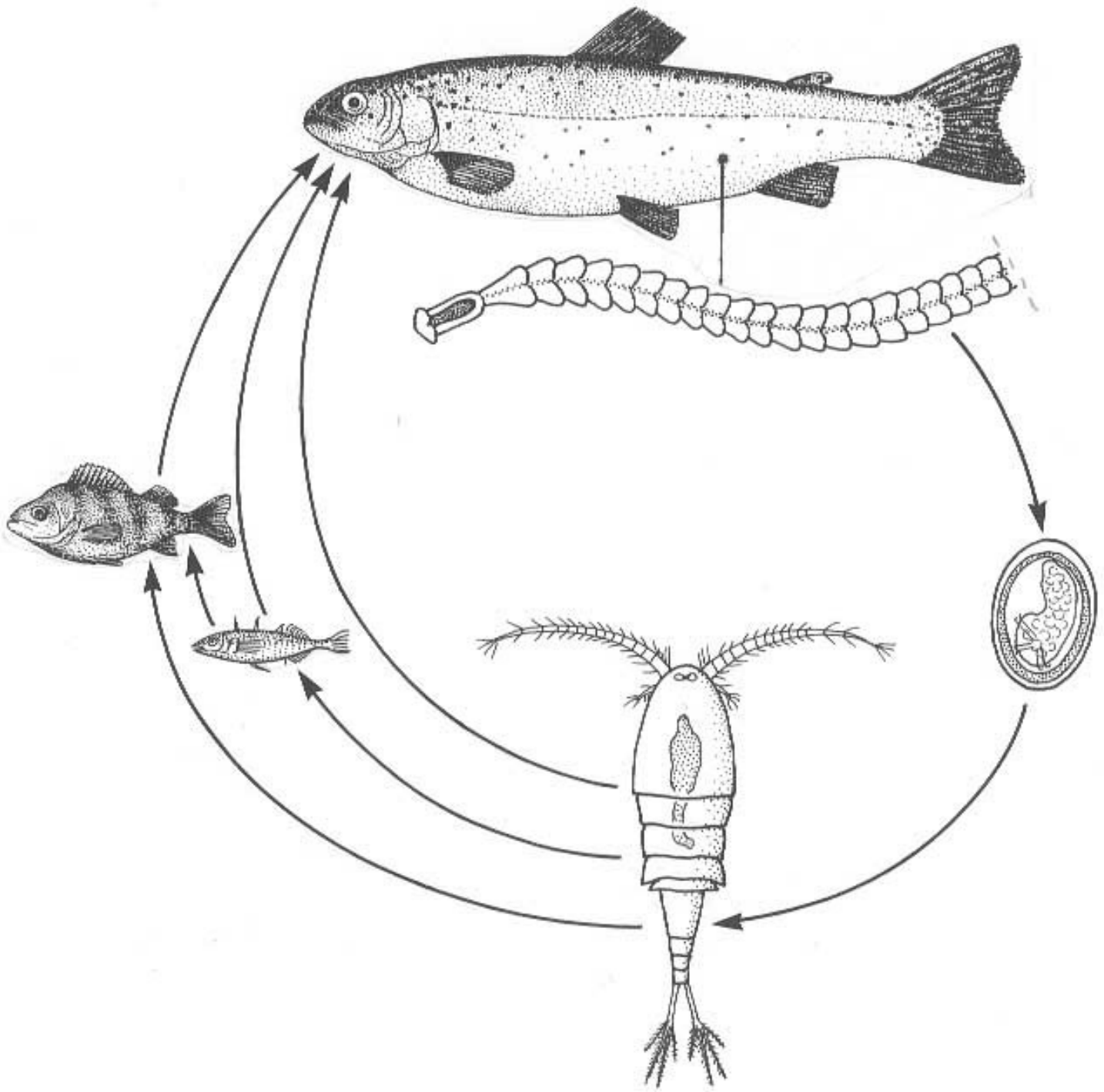
Behandling med direkte tilsætning af ormemedlerne mebendazol og flubendazol i vandet medfører total udryddelse af parasitterne. En række andre ormemedler er blevet testet for effekt på parasitterne, og praziquantel er brugbart. Uheldigvis opnår parasitterne hurtigt resistens mod midlerne, og vandfiltrering er nødvendig. Filtre med en maskevidde på 40 mikrometer kan opfange æg og larver fra parasitterne og derved reducere problemet. Uv-lys kan også dræbe larverne.

Bændelorm (cestoder)

I danske dambrug findes flere arter af bændelorm, men kun relativt sjældent, og de har ikke betydning for fiskens sundhed eller udgør en risiko for forbrugere, fordi de ikke kan smitte mennesker. Infektionen kan opstå, hvis dambruget får vand fra en sø med infektiøse stadier i copepoder eller tanglopper.

Der findes flere arter bændelorm, og de forekommer i vilde ørreder, som opretholder infektionen i naturen. F.eks. *Eubothrium*, som findes i havørreden omkring de danske øer. Den er særdeles karakteristisk og kan blive op til 50 cm lang. Den er ufarlig for mennesker, men kan genere fisken, fordi den opsuger næring fra fiskens tarm.

Livscyklus omfatter en fritlevende vandloppe som første mellemvært og ofte en mindre fisk, som transportvært der bringer larven til havørreden (Figur KB par 10). Desuden finder man voksne bægerhoved-bændelorm hos de små ørreder i naturlige vandløb. Livscyklus omfatter tanglopper, der bærer larverne. Fisk, der æder tanglopper, bliver på den måde inficeret.



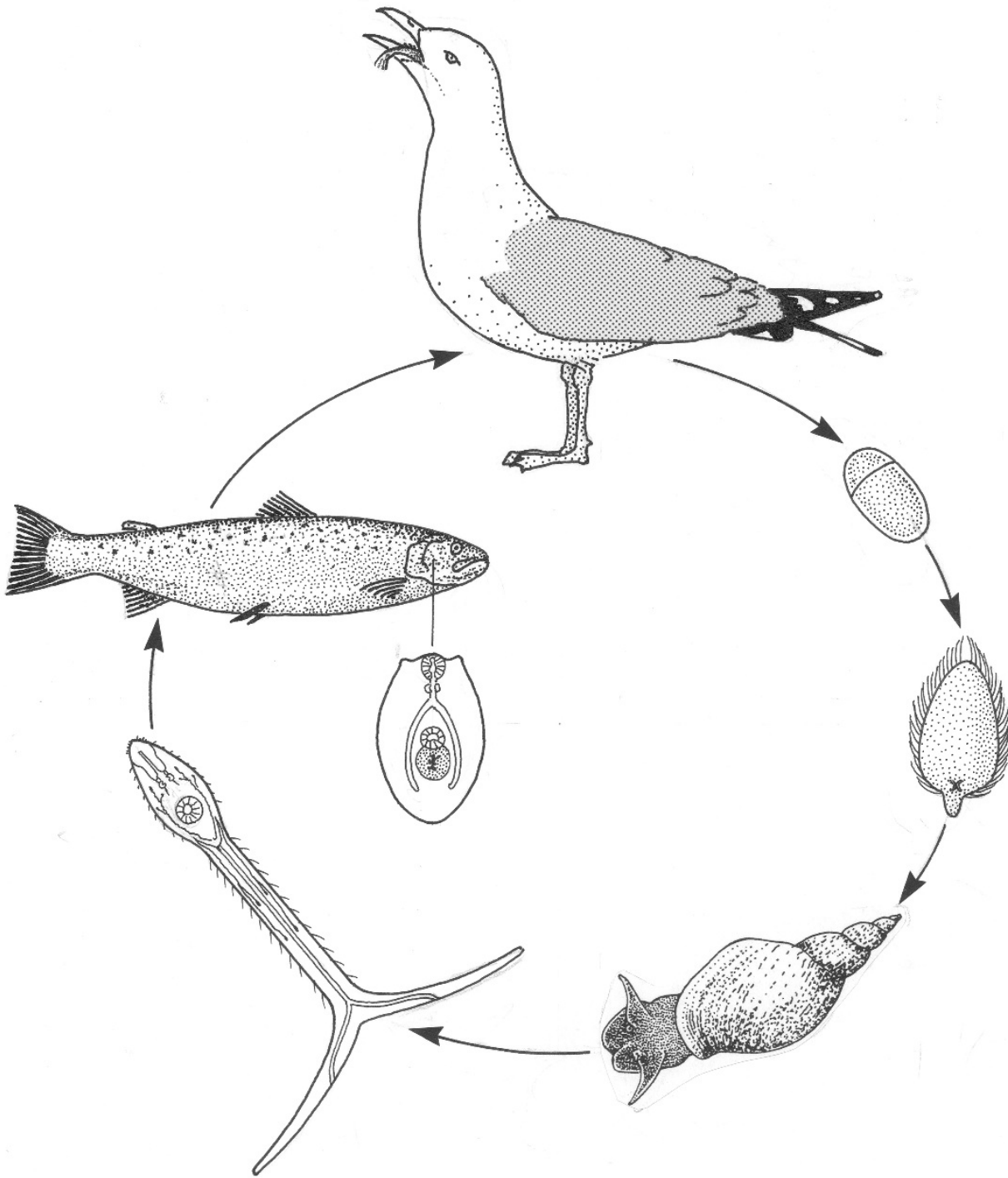
Figur 5.11: Bændelormens livscyklus. Illustration: Buchmann & Bresciani.

Ikter

Øjenikten *Diplostomum*

Øjenikter optræder stadig i nogle danske dambrug, og det kan i visse tilfælde medføre fiskedød ved masseinfektioner. Ved kroniske infektioner bliver fiskene blinde. Parasitterne i fiskens øjne er 0,3-0,5 mm lange fladorme, som hedder *Diplostomum*. De trænger ind i fisken som såkaldte haleikter, cercarier, der er produceret i forskellige mosesnegle i åen, søen eller dammen.

De voksne ikter lever i tarmen på fiskeædende fugle, bl.a. måger. Æg leveres til ferskvandsmiljøet med fuglens ekskrementer og efterfølgende klækkes små larver, miracidier, som borer sig ind i sneglene. I sneglene udvikles nye stadier, der afgiver cercarier. Herved er livscyklus komplet og kan gentages.



Figur 5.12: Øjenikten *Diplostomum* og dens livscyklus. Illustration: Buchmann & Bresciani.

Udviklingen af larver i sneglene er afhængig af temperaturen. Vandet er for koldt i årets første måneder, og forsøg har vist, at haleikternes afgivelse, som kunne nå op på 58.000 cercarier pr snegl

pr dag ved 20 °C, faldt klart ved temperaturer under 10°C, og ophørte helt ved temperaturer på 3-6°C.

Behandling mod øjenikter

Ormemidlet Praziquantel er virksomt mod infektioner, men det er bedst at forebygge ved at fjerne eller dræbe snegle fra ferskvandsbiotoperne. Man bør også holde fugle væk fra økosystemet. Det er også muligt at forøge gennemstrømningen i dammene for at skylle de infektiøse cercarier væk fra fiskene, inden det går galt.

Cercarierne kan også filtreres ud af vandet ved hjælp af mikrosigter. Desuden dræber både pereddikesyre, natriumperkarbonat og brintoverilte haleikterne.

Rundorm

Sildeorm og torskeorm

Sild, makrel, hvilling, torsk, sej og rødfisk indeholder ofte ormelarverne *Anisakis*, sildeorm, og/eller *Pseudoterranova*, torskeorm. De kan give sygdom hos mennesker, hvis de spises levende, f.eks. i rå fisk. Derfor skal fisk steges eller koges eller alternativt fryses ned til minus tyve grader og opbevares ved den temperatur i mindst 24 timer. Det vil nemlig slå ormene ihjel og forebygge infektionerne, som kaldes hhv. anisakiose og pseudoterranoviose.

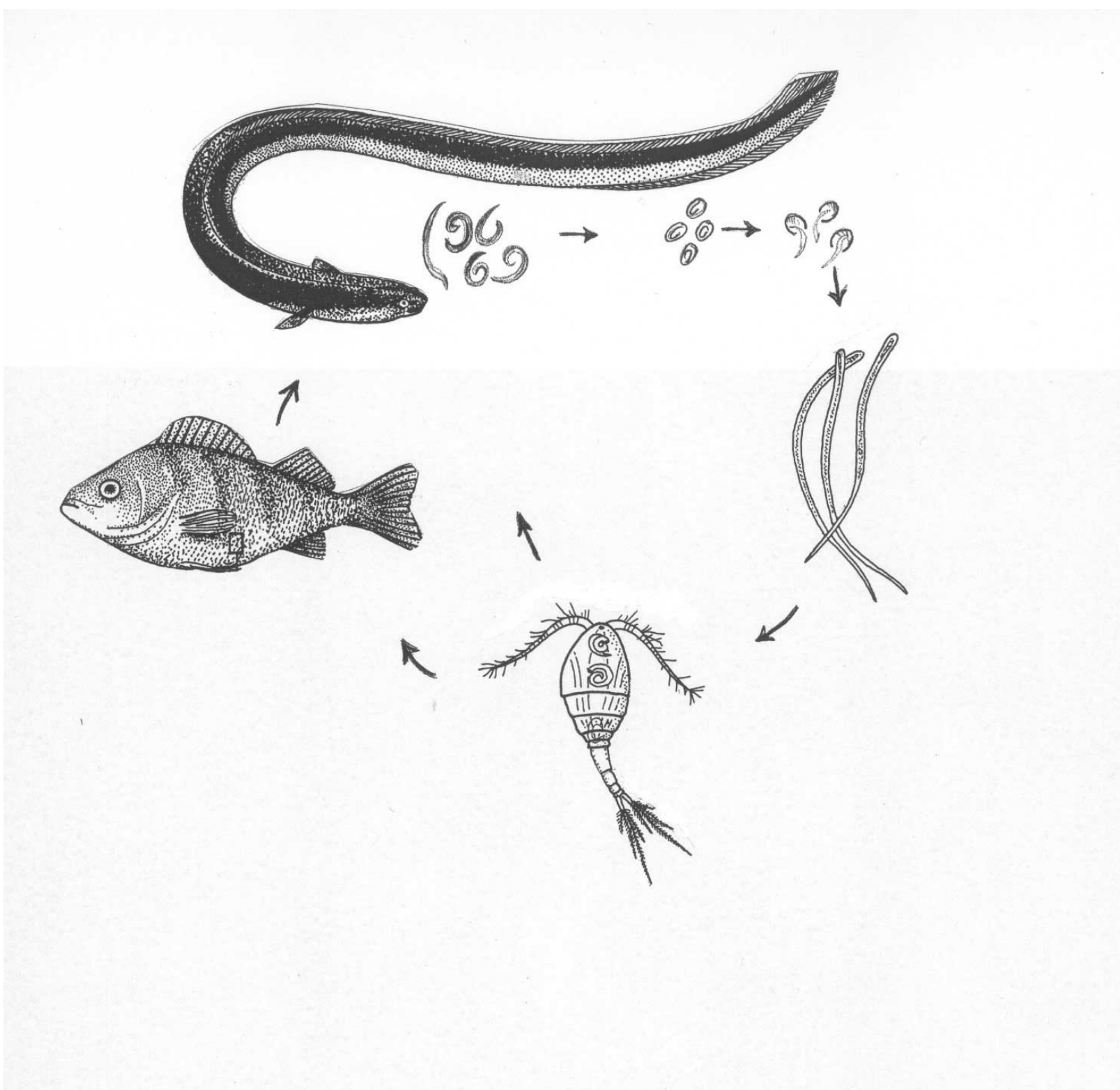
Livscyklus for sildeorm er kompliceret. Små krebsdyr inficeres ved at æde ormelarver. Krebsdyrene bliver ædt af små fisk, som dermed bliver inficerede. Sildeormen bliver overført til store fisk, som æder de små. Endelig får en hval, f.eks. et marsvin, infektionen ved at æde de små og store fisk.

Opdrætsørreder er fri for silde- og torskeorm

Der er fornylig gennemført en undersøgelse af ørreder fra danske havbrug. Der blev ikke fundet en eneste larve fra *Anisakis* eller *Pseudoterranova* i regnbueørrederne. Hverken kropshule, organer eller kød var inficeret. Årsagen er, at fiskene fodres med varmebehandlet tørfoder, som ikke indeholder ormelarver. Det er derfor tilladt at sælge rå opdrætsfisk til spising, hvis dambruget kan dokumentere, at fiskene ikke har orm.

Ålens svømmeblæreorm

Den europæiske ål lider i vore hjemlige farvande, søer og åer af en ubehagelig sygdom fremkaldt af en rundorm, ålens svømmeblæreorm, som suger blod i svømmeblæren.



Figur 5.13: Ålens svømmeblæreorm. Illustration: Kurt Buchmann.

Parasitten stammer fra Østen og er vidt udbredt i de europæiske vandområder. Det kan ikke udelukkes, at den har betydning for ålebestandens størrelse, fordi fiskens vitale organ,

svømmeblæren bliver tyk og mister elasticitet ved en infektion. Ålens vandring tilbage til gydeområdet i Sargassohavet kan derfor ende galt.

Ormen kan indføres i åleopdræt med inficerede glasål, som bliver smittet, når de kommer til de europæiske vande. Hvis sygdommen ikke behandles, kan der opstå alvorlige infektioner, som kan betyde store tab i bestanden. Derfor skal nyindkøbte glasål behandles med ormemedler, f.eks. flubendazol, straks man opdager en infektion. Man skal være varsom med at behandle ældre inficerede ål med større ormebyrder i svømmeblære. Mange døde orm i svømmeblæren kan medføre en kraftig immunologisk reaktion hos og efterfølgende død hos ålene.

Kradsere

Fisk kan i tarmsystemet bære rundt på en særlig type hvidlige orm med en tornebesat forende. Den type af snyltere kaldes kradsere på dansk, men har den videnskabelige betegnelse acanthocephaler (oversat: dem med krogbesat hoved). Kradserne hæfter sig fast på fiskens slimhinde, suger næringsstoffer fra fiskens tarm, og kan beskadige tarmen og udsulte fisken.

Heldigvis er denne parasit meget sjælden i de danske ørreddambrug, men der er dog registreret en enkelt art. Ormene er uskadelige for mennesker. Snylteren har en livscyklus, som omfatter små tanglopper.

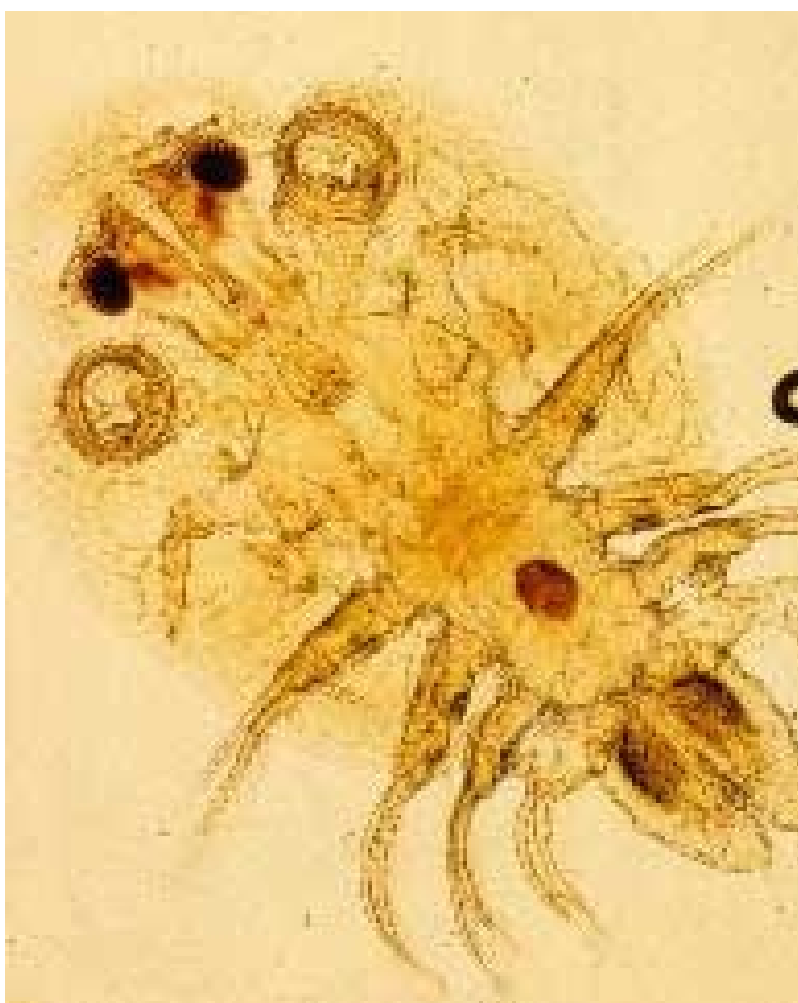
Krebsdyrparasitter

Udgør en særdeles artsrig gruppe af fiskesnyltere. Mange af disse tilhører vandloppegruppen. De har i udviklingens løb udviklet mange repræsentanter, der lever som parasitter på fisk. De har typiske krebsdyrlarvestadier (æg, nauplius, copepodit) og er som oftest særkønnede krebsdyr.

Mange af disse snyltende krebsdyr forårsager stor skade både på vildfisk og på opdrættede fisk.

Karpelus

Regnbueørreder i enkelte dambrug kan være inficeret med karpelus, *Argulus foliaceus*, hvis dambruget står i forbindelse med naturlige vandløb eller søer. Karpelus er et krebsdyr, som snylter på huden af vildfisk lige fra aborrer og skaller til gedder.



Karpelus på en ørred. Foto: Kurt Buchmann.

Karpelus kan brede sig til dambrug, men de volder hovedsagligt problemer i put-and-take søer, hvor regnbueørreder inficeres af vildfisk. I løbet af sommeren kan der opbygges en meget kraftig infektion med karpelus hos put-and-take ørrederne.

Infektionen kan behandles med f.eks. emamectin benzoat, men da fiskene skal tilbageholdes en måned efter behandling, er det ikke tilrådeligt at behandle.

Lakselus

Lakselusen, *Lepeophtheirus salmonis*, er en af de værste plager for lakseopdræt i havet både i Norge, Skotland og Irland. Det er en vandloppe, der i sit livsforløb har ni stadier hvoraf flere sidder på fisken. Lusene rasper hudceller af fisken, der i værste fald får åbne sår og kan rammes af andre infektioner med svampe og bakterier.



Lakselus på en regnbueørred. Foto: Kurt Buchmann.

Parasitten lever i vand med et højt indhold af salt. Den angriber også danske havbrugsørreder hovedsagligt i de mere salte farvande, fordi den ikke kan formere sig i Østersøen og de sydlige farvande.

Flere lægemidler kan slå parasitterne ihjel, f.eks. organofosfater, pyrethroider, emamectin benzoat og teflubenzuron. I de senere år er der dog bl.a. i norsk lakseopdræt fremkommet resistente lakselus, der ikke påvirkes nævneværdigt af midlerne. Derfor er biologisk kontrol ved hjælp af rensefisk en meget vigtig kontrolforanstaltning, f.eks. stenbider og flere arter af læbefisk.

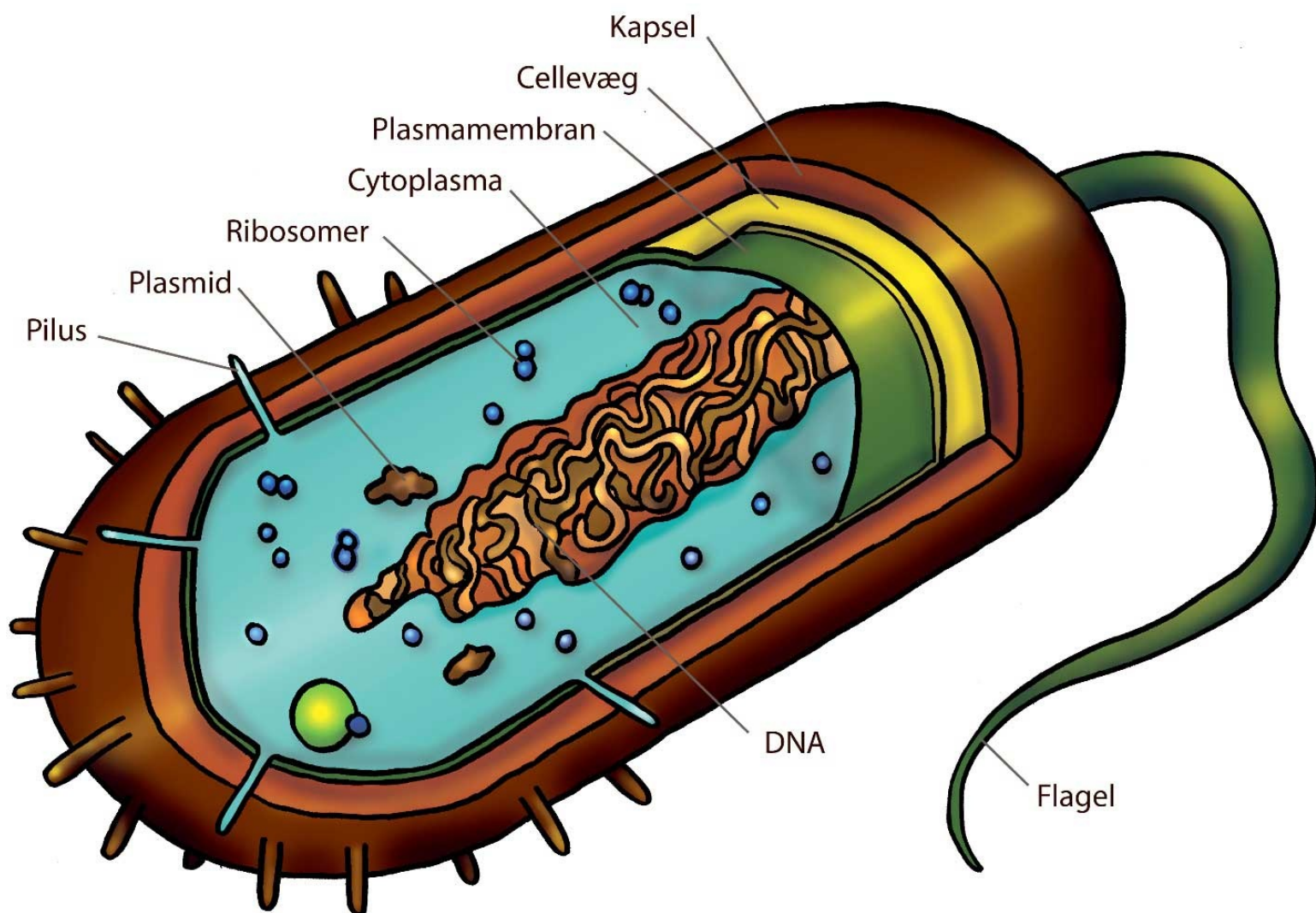
Bakteriesygdomme

Bakterier er små encellede organismer uden cellekerne. De er i omegnen af 1/1000 mm store og findes nærmest over alt men kan kun ses i et mikroskop. Bakterier er oftest stavformede eller runde og formerer sig ved simpel celledeling.

Under gunstige betingelser (næringsstoffer, temperatur mm) kan visse bakterier dele sig hver tyvende minut og således kan én bakterie blive til knap 20 millioner i løbet af 8 timer.

De bakterier som befinder sig i fisk og vandmiljøet i Danmark vokser oftest meget langsommere, fordi temperaturen er forholdsvis lav og de har begrænset næring til rådighed. Overskud af fiskefoder og rådne døde fisk kan være næring for bakterier.

De fleste bakterier er normalt uskadelige, og medvirker bl.a. til at nedbryde organisk materiale og en lang række spildprodukter, hvilket også udnyttes i biofiltre, men nogle bakterier er farlige for mennesker eller dyr, fordi de giver os sygdomme. Det er dem, vi kalder for patogene bakterier.



Figur 5.14: En stavformet bakterie. Illustration: Lene Kruse Kessler, Grafica efter oplæg af Mariana Ruiz Villarreal, [LadyofHats](#).

Flagel: fungerer som en propel der driver bakterien fremad og gør at bakterien kan svømme rundt i væsker. Nogle bakteriearter mangler flagel og er derfor ubevægelige.

Pili: (= fimbriae) stritter ud fra bakteriens overflade og kan have flere funktioner. F.eks. at klistre bakterien fast på overflader eller beskytte den mod fiskens immunforsvar.

Kapsel: Et ydre lag lavet af sukkerstof. Beskytter bl.a. bakterien mod udtørring. Ofte vil pili eller kapsel have antigene egenskaber, som kan bruges i vacciner.

Cellevæg: Der findes grundlæggende to forskellige typer af cellevæg, som opdeler bakterier i de to typer: Gram negative og Gram positive. Gram negative har en ekstra membran, som bl.a. gør at man kan adskille de to bakterietyper ved gramfarvning og mikroskopi.

Plasmamembran: Sørger for, at ikke alle stoffer kan trænge igennem bakterien.

Ribosomer: En del af bakteriens fabrik til at producere proteiner. Proteiner kan f.eks. være stoffer, som bakterien udskiller for at ødelægge fiskens overflade, så bakterien kan trænge ind.

Cytoplasma: Den væske som gør, at bakterien ikke klapper sammen. Det er her, alle bakteriens organeller og DNA findes.

DNA: Den genetiske kode, der bestemmer egenskaber, og dermed hvilken bakterieart det er.

Plasmid: Små stykker frit DNA, som ofte kan overføres mellem bakterier, og kan indeholde egenskaber som antibiotikaresistens.

Bakterier dyrkes vha. et egnet næringssubstrat; enten flydende i et reagensglas, eller fast i en petriskål, hvorefter man ved diverse undersøgelser kan identificere bakterien.

Sygdom forårsaget af bakterier

Bakterier kan være en del af årsagen til, at fisk mistrives, derfor er det vigtigt at opretholde en god hygiejne og sørge for en god vandkvalitet. Der skal gøres grundigt rent, og døde og rådne fisk skal fjernes for at undgå skadelig vækst af bakterier.

Bakteriesygdomme hos fisk skyldes patogene bakterier, som har specialiseret sig i at angribe fisk. Normalt fungerer fiskenes hud og slimhinder som beskyttelse mod bakterier. Hvis huden bliver beskadiget og der opstår sår, vil der opstå en "indgangsport" for sygdomsfremkaldende organismer. Selv fisk, som ellers er helt raske, vil kunne smittes under sygdomsudbrud, hvor mange fisk går tæt sammen og bakterieniveauet er højt.

Faktaboks:

Zoonose er sygdomme hos dyr, som kan overføres til mennesker. I Danmark findes kun ganske få bakteriearter, som kan smitte fra fisk til mennesker. Det skyldes bl.a. at vores kropstemperatur er væsentlig højere end temperaturen i vandet og i fiskene. Bakterierne kan ikke omstille sig fra f.eks. 15 °C til 37 °C.

Dog kan *Vibrio vulnificus* give blodforgiftning og sår/hud-infektioner hos både fisk og mennesker, ligesom *Mycobacterium*-arter kan give sår/hud-infektioner hos begge. Sidstnævnte kan også være et problem i akvariefisk, og man bør bruge handsker, hvis man har sår på hænderne.

Yngeldødelighedssyndromet (YDS)

Sygdommen giver overvejende problemer hos laksefisk og ses normalt kun ved temperaturer under 15 °C i ferskvand. YDS skyldes infektion med bakterien *Flavobacterium psychrophilum*, som ikke kan vokse ved saltprocenter over 1. Derfor er den ikke et problem i saltvand, men den kan være det i brakvand. Sandsynligvis findes bakterien på de fleste danske ferskvandsdambrug.

Ved udbrud af YDS bliver fiskene sløve, går fra foderet, har blege gæller, udspilet bug, forstørret milt, grålig nyre og skør rødlig tarm. Hos yngel kan sygdommen ses allerede få uger efter startfodring. Ynglen får blodforgiftning, som kan give op til 80 % dødelighed. Hos sættefisk er dødeligheden noget lavere, og her kaldes sygdommen bakteriel koldvandssyge eller vintersår, da der kan ses sår på overfladen af fisken.



Tydelige tegn på YDS. Foto: Morten Sischlau Bruun.



Tydelige tegn på YDS. Foto: Morten Sischlau Bruun.

Fisk kan huse bakterien uden selv at vise sygdomstegn. Hos moderfisk, yngel og sættefisk er bakterien fundet både på huden og i gællerne samt indeni fisken uden sygdomstegn. Bliver fisken stresset, f.eks. på grund af dårlig vandkvalitet, høj fisketæthed, intensive fodringsstrategier eller anden sygdom), kan bakterien både give sygdom og smitte til andre fisk.

Sygdommen smitter fra fisk til fisk, og mistanke kan ses ud fra ændret adfærd og øget dødelighed. I mikroskopet kan man se ansamlinger af lange, slanke bakterier i blod og milt. Det er dyrlægen, som stiller den endelige diagnose.

Der findes ingen kommercielt tilgængelig vaccine mod YDS. Desinfektion (iodofor-behandling) af æg er vigtig, da bakterien ofte ses som en del af bakteriefloraen på æg. Desinfektionen foretages normalt på øjenægstadiet.

Fiskene behandles med foder tilsat antibiotika. På nogle dambrug bruges opsaltning af vand som en alternativ behandlingsform. Bakterier udenfor fisken er følsomme over for salt, hvorfor smittespredning mellem fisk måske kan minimeres ved et højt saltindhold i vandet (saltprocent over 0,9).

Betegnelsen vintersår bruges også for sygdom med bakterien *Moritella viscosa* hos laks.

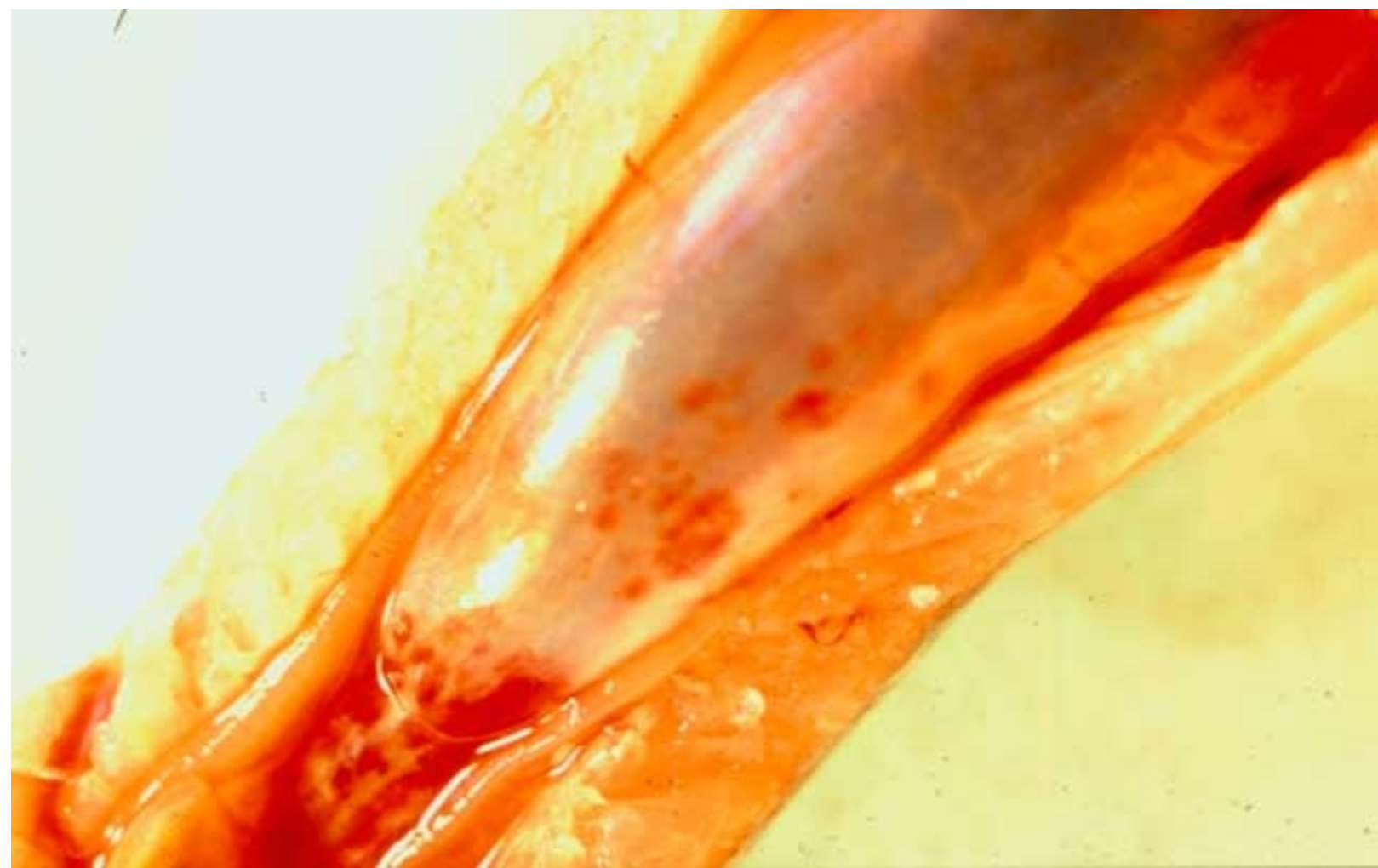
Rødmundsyge (ERM)

Sygdommen findes i de fleste ferskvandsdambrug, hvor den primært angriber laksefisk. Den forekommer fortrinsvis ved høje vandtemperaturer, men er registreret i alle årets måneder. Rødmundsyge udløses ofte af stressende opdrætsbetingelser, f.eks. lavt iltindhold, forringet vandkvalitet og gællelidelser. Kan ses hos ørreder umiddelbart efter udsætningen i havbrug..



ERM-bakterier dyrket i blodagar. Foto: Inger Dalsgaard..

Rødmundsyge skyldes bakterien *Yersinia ruckeri*. Symptomerne er sløvhed, appetitmangel, blødninger i mundhule, ved finnerne, omkring gattet, blodfyldte gæller og forøget dødelighed. Ved obduktion af døde fisk kan man se punktformig blødning i de indre organer, forstørret milt og blod i den bagerste del af tarmen.



Symptomer på rødmundsyge. Foto: Inger Dalsgaard.



Symptomer på rødmundsyge. Foto: Inger Dalsgaard.

Hvis fiskene er syge i længere tid taber de vægt, bliver mørke og får udstående øjne eventuelt med blødninger. Bakterien kan spredes fra fisk til fisk, og fiskene kan være bærere uden at vise symptomer.

Mistanke om rødmundsyge stilles ud fra ændret adfærd, øget dødelighed og de karakteristiske symptomer. En endelig diagnose fås efter dyrkning af bakterien.

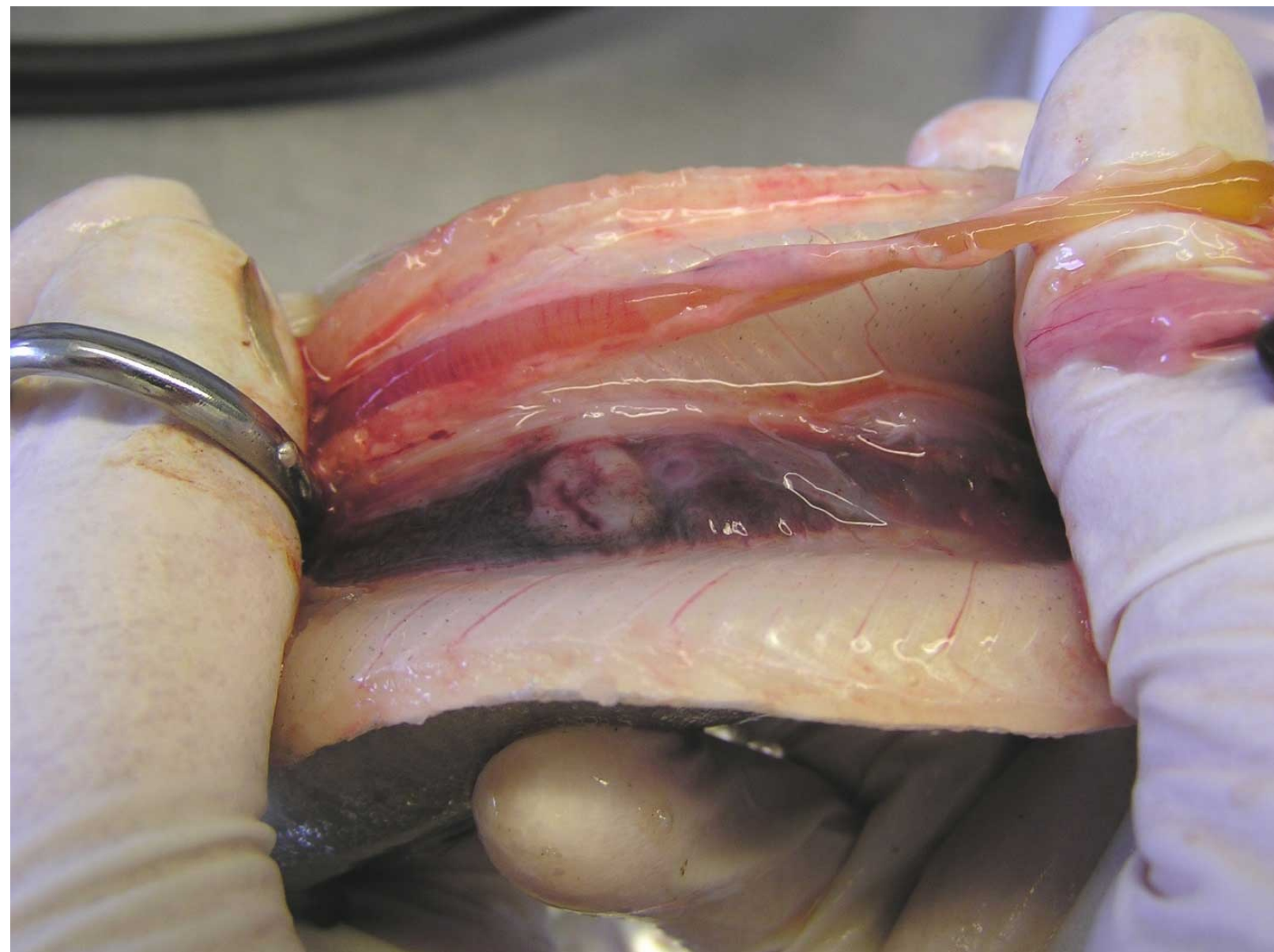
Sygdommen forebygges med vacciner, og der findes flere kommercielle vacciner. Behandling foregår med foder tilsat antibiotika.

Bakteriel nyresyge (Bacterial Kidney Disease, BKD)

Sygdommen skyldes bakterien *Renibacterium salmoninarum*, som findes i det meste af Danmark, men det er hovedsageligt i anlæg med recirkulering, at den giver problemer.

Bakterien kan ligge i fiskens organer i månedsvis uden at give sygdom.

Hvis infektionen udvikler sig yderligere, kan der i løbet af nogle uger til måneder ske forhøjet dødelighed. Enkelte fisk bliver kraftig mørkfarvede med udstående øjne og de kan få sår. Fiskene kan også få hvide knuder i nyre, milt og lever, og i bughulen kan der være rødlig uklær væske.



Regnbueørred med BKD. Nyren er hævet og grålig og der ses en grå/hvid knude. Foto: Torsten Snogdal Boutrup.

I recirkulerede anlæg er det ofte om foråret, hvor vandtemperaturen svinger, at der er udbrud med høj dødelighed. Forandringerne hos fiskene er kraftigere og nemmere at få øje på. På moderfisk kan der desuden være hududslæt med mange små sår i gydetiden.

Smitte sker mellem fisk, og bakterien kan findes indeni ægget. Ved klækning af æg fra inficerede moderfisk kan overførsel af smitte derfor ikke undgås, selv ikke hvis æggene overfladedesinficeres.

Bakterien er afhængig af at opholde sig inde i en fisk, men kan overleve i en periode på uger til nogle måneder udenfor fisken f.eks. i bundlag og filtre.

Mistanke om sygdom stilles ud fra historie om tidligere udbrud, symptomer og undersøgelse af fiskene. Da bakterien er svær at se i mikroskop, og er meget vanskelig at dyrke, kan den endelige diagnose med påvisning af bakterien kun stilles på et laboratorium.

For at hindre infektioner skal man undgå indkøb af æg og yngel fra BKD-inficerede besætninger. Damme, rum og udstyr mellem de enkelte hold fisk skal desinficeres, og der skal være fokus på vandkvalitet og lavt stressniveau i de kritiske perioder. Sørg for gode iltforhold, moderat fodring, undgå for høj tæthed og sorter fiskene så skånsomt som muligt.

BKD kan ikke behandles, fordi der ikke findes nogen tilladte midler, men man skal være opmærksom på andre parasit- eller bakterieinfektioner, som kan opstå oveni BKD, og som kan behandles.

Furunkulose

Furunkulose skyldes infektion med bakterien *Aeromonas salmonicida* subspecies *salmonicida*. Sygdommen kan ses både i fersk- og havvand og forekommer normalt i løbet af sommeren og efteråret, når vandtemperaturen er højere end 15 °C.

Ved udbrud af furunkulose bliver fiskene ofte mørke i farven, gisper efter luft og kan få udstående øjne og dø pludseligt. På de døde fisk kan man se blødninger på bughinden, organer og tarme. Sygdommen kan dog også udvikle sig noget langsommere, og fiskene kan så få en slags bumser (furunkler), som kan udvikle sig til store sår.



Området med blødning i ryggen kan blive til en byld, som bryder ud på overfladen af fisken i et stort sår. Til venstre en meget rød tarm, som også er et typisk tegn på furunkulose. Foto: Torsten Snogdal Boutrup.

Sygdommen smitter både fra fisk til fisk og fra moderfisk til æg, bakterierne sidder dog udenpå æggene og kan derfor fjernes ved at desinficere æggene. Bakterien kan gemme sig i fisken, så fisken ser rask ud, men hvis den bliver stresset, kan bakterien både give sygdom og smitte til andre fisk. Bakterierne findes i blod, gæller, hjerte, nyre og milt. Den endelige diagnose kan stilles af dyrlægen ved dyrkning af bakterien.

Der findes combivacciner mod furunkulose og vibriose. Fiskene vaccineres typisk ved indsprøjtning i bughulen. Furunkulose kan behandles med antibiotika, som dyrlægen udskriver efter at have stillet en diagnose.

Vær opmærksom på, at sygdommen furunkulose/furunculosis hos mennesker og pattedyr er en anden sygdom, som betegner en stafylokokinfektion i hårsækkene.

Vibriose

Vibriose hos regnbueørred i Danmark skyldes infektion med bakterien *Vibrio anguillarum* (klassisk vibriose). Sygdommen findes fortrinsvis i brak- og havvand, da bakterien har brug for en vis mængde salte for at kunne overleve og vokse, men den kan også ses hos fisk i ferskvand.

Ved udbrud af vibriose bliver fiskene ofte mørke i farven, gisper efter luft og kan dø pludseligt uden andre ydre tegn. På syge og døde fisk kan man se blødninger i bughinden, organer og tarme. Sygdommen kan dog også udvikle sig noget langsommere, og fiskene kan så få udstående øjne og bløde fra sår i hud og muskler. Den smitter fra fisk til fisk, sandsynligvis ved direkte kontakt i ferskvand og gennem vandet i brak- og havvand.

I mikroskop kan man se ansamlinger af bevægelige bakterier i blod, gæller, hjerte, nyre og milt. Den endelige diagnose kan stilles af dyrlægen. Der findes effektive vacciner, som beskytter fiskene mod vibriose. Det er typisk combivacciner mod vibriose og furunkulose. Sygdommen kan behandles med antibiotika.

Andre bakteriesygdomme

Der er beskrevet mange forskellige bakteriesygdomme hos fisk. Nogle patogene bakterier kan give sygdom hos flere fiskearter, mens andre kun angriber en enkelt eller få. *Aeromonas hydrophila* er et eksempel på en bakterie som findes overalt i miljøet, og som kan give sygdom hos fisk, især hvis vandkvaliteten er dårlig.

Gællesyge (Bacterial Gill Disease, BGD)

Bakteriel gællesyge er en samlet betegnelse for forskellige gælleproblemer, som generelt er koblet til dårlig vandkvalitet. Særligt spildfoder kan indenfor 1-2 dage udløse en kraftig vækst af bakterier og angreb på fiskene.

Flere forskellige bakteriearter kan sandsynligvis påvirke gællerne, og særligt bakterien *Flavobacterium branchiophilum* giver en alvorlig infektion. Sygdommen påvirker fiskenes iltoptagelse alvorligt, og gællerne bliver kraftigt røde. Hos små fisk ser man, at de driver i overfladen, mens de vrider sig fra side til side.

Desinfektion af vandet kan løse problemet, og øget fokus på spildfoder og generel god hygiejne kan hindre, at det opstår igen.

Tarmbetændelse

Hos små fisk kan der kort tid efter startfodring ses høj dødelighed, typisk i de største fisk som spiser mest. Ofte ligger der en del fisk på bunden i det meste af kummens længde. Fiskene er fyldt med foder, tarmen ofte gullig, og milten er svulmet op. I mikroskopet kan ses mange bakterier i tarmindeholdet.

Det er vigtigt at tilkalde dyrlæge, da forskellige sygdomme i meget små fisk kan være svære at skelne fra hinanden. Hvis fiskene ikke fejler andet, virker antibiotikabehandling som regel godt, men meget små fisk kan være svære at behandle, fordi de er mere følsomme overfor forgiftning med antibiotika. Hvis sygdommen fortsætter på trods af behandling, er det vigtigt at tilkalde dyrlæge igen.

Baggrunden for sygdommen er dårligt kendt, og flere forskellige bakterier kan ses i tarmindeholdet, men man skal sørge for god rengøring og forsøge at fordele foderet bedre imellem fiskene, da sygdommen især rammer de fisk, som æder mest.

Bughindebetændelse

Hos moderfisk ses ofte i perioden efter strygning en øget dødelighed som helst skal forsvinde ret hurtigt. Men der kan ses infektioner i bughulen, som medfører døde fisk dagligt i hver dam. Det kan godt betale sig at tilkalde dyrlæge og få undersøgt de døde fisk, fordi moderfiskene er værdifulde, og fordi korrekt behandling kan stoppe dødeligheden.

De syge fisk har ofte uklar, nogle gange ildelugtende, væske i bughulen og sammenvoksninger af organerne til bugvæggen. Sygdom i moderfisk kan skyldes rødmundssyge eller furunkulose, men ved bughindebetændelse kan der også ses infektioner med streptokokker.

Sygdommen kan behandles med antibiotika, men da f.eks. gællesygdom som svampeinfektion med *Saprolegnia* også kan slå moderfisk ihjel, er det vigtigt at få stillet en samlet diagnose på fiskene. Udover antibiotikabehandling skal fiskene håndteres skånsomt ved strygning, og hygiejnen skal være i top i damme og på redskaber.

Virusbetingede sygdomme i ørredopdræt

Virus betyder egentlig gift og er små partikler af DNA eller RNA, der som regel er omgivet af en proteinkappe. De er 20-300 nm store (1 nm = 0,000000001 m), og kan kun ses under et elektronmikroskop (100.000 x forstørrelse). Da virus ikke selv kan optage næring eller udskille affaldsstoffer, vokse eller dele sig er de vanskelige at behandle med medikamenter, og ofte er de meget modstandsdygtige mod udtørring, frysning og opvarmning.

Virus omprogrammerer cellen, så den producerer nye virus, der ophobes i cellen eller udskilles ved knopskydning. Ofte går de inficerede celler i stykker, og sker det f.eks. for celler i blodkar, vil der ses blødninger. Nogle virus er helt afhængige af specielle værtsceller i bestemte dyrearter, mens andre kan angribe et bredt udvalg af celler i mange dyrearter.

Mange virus kan forekomme både hos produktionsdyr og mennesker (influenzavirus, rabies virus) men heldigvis er ingen kendte virus hos fisk farlige for mennesker.

De fleste virus kan dog uskadeliggøres ved hjælp af desinfektionsmidler som Virkon-S, Rodalon, iodoforer og formalin. Nogle af de mest dødelige virus i dambrug er såkaldte membranvirus der dårligt tåler opvarmning over 30 °C, udtørring, højt/lavt pH eller UV-lys.

For at hindre virus i at komme ind på dambrug, kan man f.eks.

- opsætte fuglenet og tråd (lovpligtig)
- hindre tilbageløb af vandspild fra transportvogne
- desinficere æg (både som grønne æg og/eller som øjenæg)
- kontrollere indkøb af fisk
- sørge for god hygiejne.

Egtvedsyge- Viral Hæmorrhagisk Septikæmi VHS

[Viral hæmorrhagisk septikæmi \(VHS\)](#) blev kendt på et dambrug ved Egtved Å og fik derfor navnet Egtvedsyge. I 1965 var over 400 af Danmarks daværende 800 dambrug smittede med sygdommen. Efter mere end 40 års bekæmpelse lykkedes det at udrydde sygdommen fra Danmark i 2009, og i november 2013 opnåede landet status som EU-godkendt VHS-frit land.

Sygdommen er stadig meget udbredt i Europa, og nærtbeslægtede VHS-virus findes hos saltvandsfisk i de nordeuropæiske farvande. Sygdommen stammer oprindeligt herfra, fordi man

tidligere fodrede dambrugsfisk med skidtfisk. Forskellige typer af VHS-virus forekommer over hele den nordlige halvkugle.

VHS skyldes infektion med en projektilignende virus i rhabdovirusfamilien, Det er forholdsvis ustabil og tåler ikke opvarmning, udtørring, sur eller basisk pH, UV-bestråling, eller almindeligt brugte desinfektionsmidler. Virus overlever til gengæld fint nedfrysning.

Meget høj dødelighed



VHS-smittede regnbueørreder i en bagkanal. Fiskene har nervøse forstyrrelser på grund af skader i hjernen. Video: Niels Jørgen Olesen.

VHS ses i alle størrelse af regnbueørreder, men den højeste dødelighed forekommer hos mindre fisk, hvor op til 90% ikke er ualmindelig. Tiden fra smitte til synlige forandringer (Inkubationsfasen) er under dambrugsforhold 1-6 uger og afhænger især af vandtemperatur og smittedosis. Jo lavere temperatur jo længere inkubationstid.

Smittede fisk bliver mørke i farven, mister synet, får udstående øjne og bliver meget sløve. Gællerne er blege, som tegn på blodmangel, og der kan være blod i den nederste del af øjnene.



Regnbueørred, med forstørret milt og punktformede blødninger i tarmkrøset. Foto: Niels Jørgen Olesen.

Der er normalt væske i bughulen, forstørret milt, og blødninger i alle organer, i fedtvæv og på svømmeblære. I ryggen er der typisk små blødninger, som er et af de tegn dyrlægen vil se efter ved mistanke om VHS.



En regnbueørred med blødninger i rygmusklerne. Foto: Niels Jørgen Olesen.

Sygdommen forekommer oftest i forårmånederne ved vandtemperaturer omkring de 10 °C. Smitten overføres som regel fra fisk til fisk med vandet. Det er kun i laboratoriet, at den endelige diagnose kan stilles, og mistanke om sygdommen skal anmeldes til dyrlægen eller [Fødevarestyrelsen, \(FVST\) Sektion for Akvakultur](#). Der findes ingen behandling. En DNA-baseret vaccine er udviklet, men den er ikke godkendt til brug på dambrug.

For at mindske risikoen for VHS i Danmark, må der ikke importeres levende ørreder uden godkendelse, og kun hvis de har samme sundhedsstatus som de danske. Fisketransportvogne, der har været sydpå skal desinficeres, når de kommer over grænsen.

Ved udbrud skal der laves en bekæmpelsesplan, der indebærer nedslagtning af alle fisk, rengøring og desinfektion af hele anlægget og efterfølgende tørlægning, inden anlægget igen må bruges. Planen laves i samarbejde med [Fødevarestyrelsen](#).

Infeksiøs pankreasnekrose (IPN)

Sygdommen giver overvejende problemer hos små laksefisk ved vandtemperaturer under 10 °C. Den findes i det meste af Danmark, men en række avlstdambrug og yngelopdræt er fri for IPN. Virussen er meget modstandsdygtig overfor blandt andet udtørring, som normalt slår andre virus ihjel.

I modsætning til mange andre sygdomme bliver fiskene ikke så sløve og æder ofte med normal appetit. Typiske tegn er stigende dødelighed, fisk som drejer rundt om egen længdeakse, når de svømmer. Hos regnbueørred ses sygdommen sjældent i yngel større end 10-15 gram.

Gæller og organer bliver blege, og bugen er ofte kraftig udspilet af væske. I tarmen kan ses et klart slimet indhold og desuden ses ofte en meget lille milt.



Regnbueørredyngel med IPNV. Bugen er udspilet af væske, så det ser ud som om, fisken har slugt en ært. Foto: Torsten Snogdal Boutrup.

Smitte kan ske fra miljøet, fra fisk til fisk, og fra moderfisk til æg. Virus kan findes inde i ægget. Derfor kan smitte ikke undgås ved klækning af æg som stammer fra inficerede moderfisk, heller ikke selvom æggene overfladedesinficeres.

Mistanke om sygdom stilles ud fra symptomerne og undersøgelse af fiskene, hvor der ikke findes andre årsager til sygdom. Den endelige diagnose med påvisning af virus kan kun stilles ved laboratorieundersøgelse.

Sygdommen kan forebygges ved at undgå indkøb af inficeret æg og yngel og ved at desinficere rum og udstyr mellem de enkelte hold fisk. I besætninger hvor IPN forekommer, kan brug af separate redskaber til de enkelte kar, mindske sygdomsudbrud til nogle få kar.

Under udbrud passes fiskene som normalt, men det er vigtigt at undgå stress, f.eks. ved sortering og høj belægning. Hvis fiskene kan flyttes til vand, som er 3-4 grader varmere, kan dødeligheden i nogle tilfælde mindskes kraftigt.

Andre virusinfektioner

Virusinfektioner har normalt fællestræk, som man skal være opmærksom på ved sygdomsudbrud på dambrug.

- Stigende dødelighed
- Ingen bakterier i blodet
- Ingen effekt af behandling
- Der forekommer ofte blødninger.

I Danmark skal vi udover VHS og IPN være særligt opmærksomme på [Infektios Hæmatopoetisk Nekrose \(IHN\)](#) eller "Amerikansk virus", som minder om Egtved virus. Sygdommen angriber dog normalt kun fisk under 50 g og giver mindre dødelighed end VHS. IHN er ligesom VHS anmeldepligtig og forekommer i de fleste europæiske lande syd for os.

Sovesyge giver skader i hjerte og muskulatur, så smittede fisk ligger ubevægelig på bunden af produktionsdamme. Sygdommen angriber oftest større fisk, og dødeligheden er ikke høj, hvis fiskene ikke dør af andre årsager under sygdomsforløbet. Den har aldrig været konstateret i Danmark, men forekommer både i lande nord og syd for os.

Herudover forekommer en lang række virusinfektioner hos andre vigtige opdrætsarter. [Infektøs lakseanæmi](#) hos laks, svarer til influenza hos pattedyr og fugle, og sygdommen har voldt lakseopdrættere meget store problemer.

Hos karper er det især [koi herpes virussygdom](#) og [forårsviræmi](#), der giver problemer. Begge sygdomme skal anmeldes.

Øvrige sygdomme i opdræt

En række svampearter kan forårsage sygdom hos fisk. Den mest almindelige forekommende svampesygdom i dansk fiskeopdræt kaldes "skimmel". Den skyldes rent faktisk ikke en rigtig svamp, men derimod oomyceten *Saprolegnia*.

Oomyceter er organismer, som ligner svampe, men genetisk er beslægtet med brunalger. Skimmel er især et problem på befrugtede æg og kønsmodne fisk, men det er ikke den samme type, som giver sygdom i huden og den, som findes på æg.

Skimmel på huden skyldes *Saprolegnia parasitica*, mens skimmel på laks- og ørredæg normalt skyldes *Saprolegnia diclina* eller *Saprolegnia delica*. Sygdommen spredes via *Saprolegnia*-sporer, der findes overalt i ferskvand. *Saprolegnia* kan opformere sig i biofiltre.



Angreb af skimmel på ørredæg. Foto: Niels Henrik Henriksen.

Skånsom håndtering af fiskene og rene og desinficerede faciliteter, er den bedste måde at forebygge svampesygdomme på. Rent udstyr er vigtigt, eksempelvis bedøvelseskar, handsker og andet materiale som moderfisk kommer i berøring med under afstrygning.

Forebyggende og behandlingsmæssigt anvendes der oftest vanddesinfektion med formalin, kobbersulfat eller pereddikesyre. Både til fisk og æg.

Sygdomme som skyldes foder

Sygdomme, som skyldes mangel på næringsstoffer og vitaminer, er sjældne. Men der kan være situationer, hvor fiskene ikke kan optage nok næringsstoffer, selv om foderet er i orden. Ses der et stigende antal fisk med uklare øjne, kraftigt forandrede gæller, hudforandringer, svind af muskler, blodmangel eller deformiteter, uden der kan findes andre årsager, kan sygdommen skyldes mangler ved foderet.

Beskadiget foder

Fiskefoder indeholder en stor mængde fedt og kan blive harskt. Harskt foder ødelægger fiskens lever, nyre og røde blodlegemer. Forgiftede fisk bliver misfarvede, sløve og får forstyrret adfærd. Desuden bliver gællerne blege, blodet bliver tyndere og kan blive klart som vand, og andre organer bliver blege eller gullige.



Ål udsat for gammelt foder ophobet i fodersilo. Øverst en normal ål. I midten en meget syg fisk med gulsot pga. leversvigt og ophobning af galde. Nederst en ål med blodmangel. Foto: Torsten Snogdal Boutrup.

Gammelt foder kan blive harskt, og i nogle silosystemer kan der ske en ophobning af foder i hjørnerne, hvor det kan blive for gammelt. Man skal derfor ikke bruge større mængder af gammelt foder, og fodersiloer bør køres helt tomme engang imellem.

Hvor harsk foderet er, kan fastslås på et laboratorium, f.eks. ved mistanke om, at man har købt et for dårligt foder fra fabrikken. Foder, som har været udsat for fugt og måske fået svamp skal man

heller ikke bruge. Giftstoffer fra skimmelsvampe giver leverkræft hos regnbueørreder.

Fallitsyge (pølseforgiftning, botulisme)

Hos ørreder er kannibalisme ikke unormalt. Fjeldørred, kildeørred og bækørred/havørred vil æde løs af døde artsfæller. Regnbueørreder æder dog sjældent hinanden, men det kan ske, hvis de får for lidt foder.

Bakterien *Clostridium botulinum* kan vokse i døde fisk, og den danner et giftstof, som kan give pølseforgiftning, hos fisk kaldet fallitsyge. De forgiftede fisk ligger typisk på bunden og bevæger sig langsomt mod overfladen, mens de drejer rundt, hvorefter de synker langsomt til bunds igen.

Hvis man samler en levende forgiftet fisk op, vil den føles meget slap. Diagnosen stilles ud fra symptomerne, men også ved kigge efter rester af fisk i mavesækken. Ofte kommer fallitsyge efter anden sygdom, så det er vigtigt at få behandlet andre sygdomme og fodre tilstrækkeligt. Derudover skal man være meget omhyggelig med at samle døde fisk op. Eventuelt bliver man nødt til at flytte raske fisk til en ren dam, mens alle døde og syge fisk omhyggeligt sorteres fra.

Stress i forbindelse med fodring

Selv om man fodrer korrekt, er fodring sandsynligvis den enkelte ting, der stresser fiskene mest. Ved udbrud af selv meget alvorlige sygdomme, kan man næsten altid få fiskene til at holde op med at dø ved at stoppe fodringen. Derfor er det altid en god ide at stoppe med at fodre, indtil den korrekte diagnose kan stilles og behandling kan sættes igang.

Desuden er det vigtigt at holde igen med foderet, hvis man ved at der kommer nogle dage med andre forhold, som kan stresser fiskene, f.eks. meget varmt vejr eller dårlig vandkvalitet.

Pas på overfodring

Fodring af ørreder foretages som en daglig procentdel af den samlede mængde fisk. Overfodrede fisk har større risiko for nedsat modstandskraft overfor f.eks. bakterier eller dårlige vandforhold, og underfodrede fisk er i risiko for at mangle næringsstoffer. Fordelingen af foderet er ikke altid ens imellem fiskene i et kar eller en dam, hvis der f.eks. fodres 1 % vil nogle stærke fisk måske æde 3 % og dermed vil nogle æde mindre end 1 %. Jo mere ensartet fordeling af foderet, jo bedre forhold for alle fiskene.

Det er vigtigt at være omhyggelig i perioden, hvor man øger fodermængde eller pillestørrelse, og man skal aldrig gøre begge dele samtidig. De største fisk er meget grådige og kan æde til de sprænger. Det bedste er at øge mængden af foder med den lille pillestørrelse, og efter et par dage erstatte halvdelen af foderet med den større pillestørrelse, og efter yderligere et par dage gå helt over på den store pillestørrelse.

Det er altid bedre at holde fiskene på en mindre størrelse foder lidt for længe, end at skifte for hurtigt. Det skyldes, at et kg små foderpiller indeholder flere styk piller end et kg store foderpiller. Derfor får man en bedre fordeling af foderet med flere små piller, og de store fisk skal nok finde og æde de små piller.

Hvis man skal give medicin via foderet, kan det også være en fordel at gå ned i foderstørrelse, da det er vigtigt, at alle fisk får tilstrækkeligt medicin, hvilket bedst opnås med så ensartet fordeling af foderet som muligt.

En fordel at håndfodre

Foderautomater letter arbejdet, men giver heller ikke en optimal fordeling af foderet mellem fiskene. Derfor kan det i specielle situationer være en fordel at supplere med håndfodring. F.eks. ved at supplere foderet i klokkeautomaten med at drysse foder ud i bagenden og hjørnerne af kummen for at få de mindste fisk med.

Desuden er håndfodring at foretrække ved medicinfoder, hvor det er vigtigt at alle fisk får en tilstrækkelig dosis medicin. Ved håndfodring skal der bruges god tid på at komme rundt i dammen med flere mindre skovlfulde foder, så de fisk, der ikke står lige under automaten, også får foder.

Spildfoder kan give bakterieinfektioner

Hvis man har en høj procentvis daglig udfodring, er det meget vigtigt at vurdere om fiskene spiser op. Hvis følsomheden af pendulautomaten nedsættes for meget, så der kommer for store mængder foder ud af gangen, eller hvis de store fisk, selvom de er mætte, holder de svage væk fra automaten, kan foderet falde på bunden. Spildfoder er en af de væsentligste årsager til bakterieinfektioner i gællerne. Det kan betyde høj dødelighed, ekstra arbejde og store omkostninger til dyrlæge og behandling.

Hvis man af den ene eller anden årsag skal holde igen med fodringen i længere perioder, kan fiskene komme i underskud af næringsstoffer. Det giver dog sjældent mangelsygdomme, da fiskene heller

ikke vokser meget. Men finner og hud er udsat for et øget slid, og fiskene kan få f.eks. parasitsygdomme, de ellers normalt ville kunne bekæmpe.

Derfor skal man være mere omhyggelig med vandkvaliteten, og observere om fiskene begynder at gå dårligt og måske skal behandles for parasitter. Ofte bliver fisk, der skal holdes tilbage placeret i det dårligste vand f.eks. en bagkanal, men det kan være en fordel at placere dem i det bedste. Det kan også være en fordel at bruge et højkvalitetsfoder f.eks. med ekstra vitaminer, når der fodres mindre. Det kan i nogle tilfælde forebygge f.eks. hudforandringer.

Lovgivning

Helseområdet for akvakulturdyr er reguleret gennem både EU- og nationale regler. Formålet med reglerne er at beskytte både opdrætsanlæg og -områder mod introduktion af nye fiskesygdomme samt generelt at forbedre og højne sundhedstilstanden på de enkelte anlæg.

De fleste regler stammer fra EU's Rådsk Direktiv nr. 88 fra 2006. I Danmark har vi dog valgt også at have en lang række nationale regler på området. Reglerne er mest rettet mod smitteforebyggelse, og reglerne for flytning af akvakulturdyr (både fisk og bløddyr) udgør det mest centrale område. I lovgivningen tages der udgangspunkt i de mest alvorlige sygdomme for de enkelte akvakulturdyrs arter, men reglerne dækker også sygdomme generelt.

De lovomhandlede fiskesygdomme er følgende:

- Eksotiske (forekommer ikke i EU)
 - EHN
- Ikke eksotiske (Kan bekæmpes og forekommer i EU)
 - ILA - infektiøs lakseanæmi
 - VHS - viral hæmorrhagisk septikæmi
 - IHN - infektiøs hæmatopoietisk nekrose
 - KHV - koi herpesvirus infektion

I Danmark har vi også indført nationale regler, der regulerer følgende sygdomme:

- IPN - infektiøs pankreasnekrose
- BKD - bakteriel nyresyge

Hos bløddyr (eksempelvis blåmusling og østers) er det sygdommene forårsaget af parasitterne *Marteilia refringens* og *Bonamia ostreae*, som er reguleret af EU lovgivningen.

Reglerne foreskriver, at alle områder med opdræt skal kategoriseres for hver af de nævnte akvakulturdyrssygdomme. I Danmark betyder det, at alle områder, hvor der ligger anlæg med opdræt af ørred skal kategoriseres for både ILA, VHS, IHN, BKD og IPN. (EHN kategoriseres ikke da EU pr definition er fri for denne sygdom.) Der er fem kategorier pr. sygdom:

- Kategori I: Sygdomsfri
- Kategori II: Overvågningsprogram
- Kategori III: Ukendt status
- Kategori IV: Under bekæmpelse
- Kategori V: Inficeret

For at beskytte de sygdomsfrie områder pålægges anlæggene kun at flytte fisk, såfremt de kommer fra områder, der har højere eller samme status (pr sygdom), end det område hvortil fisken flyttes.

Flyttere reglerne er følgende:

Kategori	Må sende akvatiske organismer til:	Må modtage akvatiske organismer fra:
I	Kategori I, II, III, IV og V	Kategori I
II	Kategori III og V	Kategori I
III	Kategori III og V	Kategori I, II og III
IV	Kategori V	Kategori I
V	Kategori V	Kategori I, II, III, IV og V

I 2014 er alle danske ferskvandsanlæg Kategori I for VHS, IHN og ILA. Anlæg, der anvender saltvand, er Kategori I for IHN og ILA, men Kategori III for VHS. Derfor er det ikke lovligt i Danmark at overføre levende regnbueørreder fra saltvand til ferskvand.

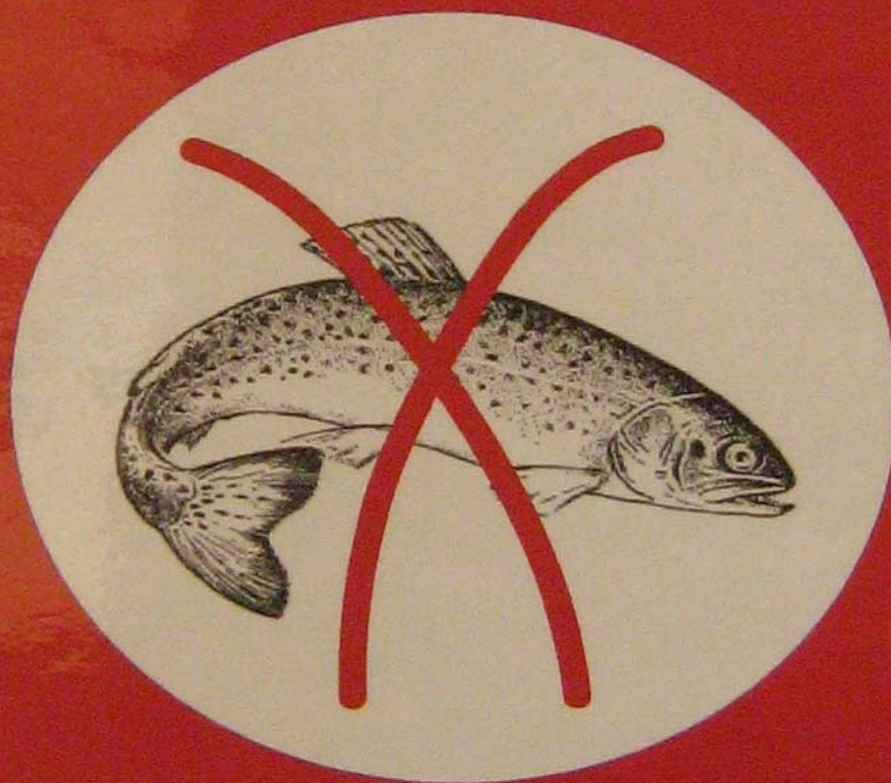
En lang række danske anlæg er også registreret som Kategori I for IPN og/eller BKD. Det betyder, at vi kan opretholde en forholdsvis stor eksport af højt registrerede øjenæg til det meste af verden og forsyne vores egne opdrætsanlæg med fisk uden de mest alvorlige fiskesygdomme.

Lovgivningen fastlægger, hvordan man opnår og opretholder Kategori-status, og hvad der skal gøres ved mistanke eller konstatering af smitte i sygdomsfrie områder.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Fødevarestyrelsen



STOP



Udbrud af smitsom fiskesygdom

Transport af fisk forbudt

De danske anlægs veterinære status kan ses i [CHR-registret](#).

Anmeldepligt

Faktaboks:

Det er meget vigtigt, at nye sygdomstilfælde opdages så hurtigt som muligt, så smittespredning kan minimeres. Derfor er der anmeldepligt omkring disse alvorlige smitsomme sygdomme. I lovgivningen står blandt andet:

"Den, som i sin varetægt har akvatiske organismer, som er mistænkt for at være smittet med en eller flere af de alvorlige akvakulturdyrssygdomme skal tilkalde en dyrlæge. Den ansvarlige for akvatiske organismer af modtagelige akvakulturdyrsarter i søer, damme eller andre anlæg med akvatiske organismer, der er beregnet til lystfiskersøer, eller hvor der holdes koldtvandsarter af prydfisk, som er mistænkt for at være smittet med en eller flere af alvorlige akvakulturdyrssygdomme, skal tilkalde en dyrlæge.

Den, der er ansvarlig for en virksomhed, der forarbejder akvakulturdyr med henblik på konsum, skal ved mistanke om forekomst af en eller flere af de alvorlige akvakulturdyrssygdomme, foretage anmeldelse til Fødevarestyrelsen med oplysning om akvakulturdyrenes oprindelse. Anmeldelse skal ikke foretages, hvis akvakulturdyrene kommer fra et akvakulturbrug eller et område, der officielt vides at være inficeret med den pågældende sygdom.

Transportører, ansatte ved laboratorier og andre fagfolk som i erhvervmæssigt øjemed kommer i kontakt med akvatiske organismer skal straks foretage anmeldelse til Fødevarestyrelsen ved mistanke om forekomst af en eller flere af de alvorlige akvakulturdyrssygdomme. Anmeldelse skal ikke foretages, hvis akvakulturdyr kommer fra et akvakulturbrug eller et område, der officielt vides at være inficeret med den pågældende sygdom.

Den ansvarlige for akvakulturbrug eller andre anlæg med akvatiske organismer skal, hvis der registreres en øget dødelighed hos de akvatiske organismer, straks tilkalde en dyrlæge eller indberette dette til Fødevarestyrelsen".

Helse-reglerne for akvakulturdyr ændres og opdateres relativt ofte. På Fødevarestyrelsens hjemmeside opdateres henvisningerne til lovgivningen løbende, og her findes [altid de seneste og gældende regler](#).

Behandling af fiskesygdomme.

Behandling af sygdomme hos fisk foregår i princippet som hos alle andre husdyr. Er der tale om en mangelsygdom korrigeres foderet, hvis der er dårligt opdrætsmiljø korrigeres vandmiljøet. Er der tale om bakterielle eller parasitære infektioner anvendes der antibiotika, antiparasitære midler eller vanddesinfektionsmidler, også kaldet "hjælpestoffer".

Uanset hvilken behandling der vælges, er der tale om flokbehandling. Individuelle behandlinger af enkelte syge fisk er ikke mulig. Derfor behandles alle fisk i opdrætsenheden, hvor de syge fisk er identificeret. Korrekt diagnose kræver i de fleste tilfælde dyrlægeassistance. Al ordination af bedøvelsesmidler, vacciner og antibiotika må kun ske af en dyrlæge.

Antibiotika

Antibiotika-behandlinger foregår ved, at medicinen blandes i foderet. Det sker oftest på fiskefoderfabrikken, men kan også ske hos fiskeopdrætteren. Foder tilsat antibiotika skal mærkes, så det ikke kan forveksles med almindelig foder. Antibiotikafoder leveret fra fiskefoderfabrikker er tydeligt mærket.



Tydelig mærkning af sække med antibiotikafoder. Foto: Niels Henrik Henriksen.

I Danmark er der kun godkendt 2 antibiotika-produkter til fisk.

- Tribriksen Vet, der indeholder en blanding af sulfadiazin og trimethoprim i forholdet 5:1
- Branzil Vet, der indeholder oxolinsyre

Herudover har de danske fiskedyrlæger en tilladelse til at ordinere stoffet florfenicol ved udbrud af YDS.

Behandlingen foregår altid ved, at alle fisk fodres i den opdrætsenhed, hvor de syge fisk er fundet. Tidsrummet er normalt over 5 -10 dage. Så mange fisk som muligt skal have den foreskrevne dosis. I mindre enheder kan der med fordel håndfodres i behandlingsperioden.

Valget af antibiotika sker i et samarbejde mellem dyrlæge og fiskeopdrætteren. Flere forhold kan påvirke valget, men det vigtigste er selvfølgelig den forventede effekt. Nogle bakterier er helt

naturligt modstandsdygtige over for nogle antibiotikatyper. Tilbageholdelsestid, pris, miljøtilladelse og erhvervet resistens kan også spille ind på valget af antibiotika.

Tilbageholdelsestid

Ved anvendelse af medicin herunder antibiotikabehandling, underlægges fisken en tilbageholdelsestid, som er et mindste antal dage, som der skal gå, fra sidste behandlingsdato og indtil slagtning eller afstrygning af rogn til konsum. Det er for at sikre forbrugerne, at de ikke får medicinrester i maden.

Udskillelsen og omsætningen af medicinrester i fisken er temperaturafhængig. Des højere vandtemperatur des hurtigere omsætning/udskillelse. Derfor er tilbageholdelsestiden også temperaturafhængig. For Tribriksen Vet og Branzil Vet skelnes der, om fisken har gået ved vandtemperaturer under eller over 10 grader. Ved vandtemperaturer over 10 grader er tilbageholdelsestiden henholdsvis 40 og 30 dage, mens tilbageholdelsestiden ved vandtemperaturer under 10 grader er det dobbelte.

[Graddage eller daggrader](#) er en anden måde at fastsætte tilbageholdelsestiden på. Brug af florfenicol giver i Danmark en tilbageholdelse på 500 graddage. Det svarer til 50 dage ved en vandtemperatur på 10 grader eller 100 dage ved 5 grader.

Antibiotika og det omgivne miljø

Ved alle antibiotika-behandlinger vil der være en rest af aktivt stof, som enten frigives fra foderet eller fisken til produktionsvandet. Alle danske fiskeopdræt, hvor vandet ledes fra produktionsområdet til frivand (åer, søer, fjord og hav), skal have en Miljøgodkendelse. Heri er der fastsat den maksimale mængde af hver antibiotikatype, som må udledes på samme tid. Den tilladte mængde er fastsat, så det nærliggende vandmiljø omkring fiskeopdrættet, på ingen måde påvirkes negativt.

Erhvervet resistens

Når man anvender antibiotika, er der en risiko for, at bakterierne kan udvikle erhvervet resistens. Det vil sige, at bakterierne bliver modstandsdygtige over for et eller flere antibiotika. Resistensen opstår oftest, hvis der på samme anlæg inden for relativ kort periode behandles mange gange med samme antibiotika.

Erhvervet resistens ses relativt sjældent på danske fiskeopdræt, men for at følge udviklingen og sikre optimalt valg af præparat, udføres regelmæssigt en bakteriologisk undersøgelse - BU. Det foregår på den måde, at dyrlægen udtager f.eks. nyre eller milt fra de syge fisk. Materialet overføres til et vækstmedie, hvor de sygdomsfremkaldende bakterier kan gro frem i stort antal.

Efterfølgende udsår man et mindre antal af de sygdomsfremkaldende bakterier på en agarplade, hvorpå der lægges forskellige slags antibiotika. Efter nogle dage kan man se, at bakterierne vokser på den del af pladen, hvor der ikke er antibiotika, mens væksten er mere eller mindre hæmmet/hindret tæt på de områder hvor der er antibiotika.

Det område, hvor bakterien ikke vokser, kaldes en "hæmningszone". Afhængig af hæmningszonens størrelse kan man beskrive, om bakterien har udviklet resistens over for det pågældende antibiotikum. Denne form for resistensundersøgelse udføres hos dyrlægen eller på laboratoriet (eks. DTU Vet). Hvis der er tale om resistens vurderes det om effekten også på fiskeopdrættet er manglende eller reduceret. I bekræftende fald ordineres ny behandling med andet antibiotikum.

Regler for medicin

Anvendelsen af medicin f.eks. antibiotika er underlagt en lang række regler. Reglerne er fastlagt og kontrolleres af Fødevarestyrelsen, og de beskriver f.eks. hvilke rettigheder og forpligtelser man har i forbindelse med anvendelse af medicin. Hvilke dyr må man behandle, hvornår, hvor længe, tilbageholdelsesfrister, journalisering osv. Lovgivningen ændres løbende, og man har pligt til at holde sig opdateret. På Fødevarestyrelsens hjemmeside findes [de gældende regler](#).

Hjælpestoffer

For at forebygge og afhjælpe parasitangreb eller gælleproblemer bruges der i danske landbaserede fiskeopdræt en lang række "hjælpestoffer". Stofferne bruges som vanddesinfektionsmidler eller til at stabilisere vandkvaliteten.

De mest anvendte er:

- Brintoverilte
- Pereddikesyre
- Formalin
- Kobbersulfat
- Salt

- Syre/base

Fælles for hjælpestofferne er, at de tilsættes vandet. Stofferne skal tilsættes i en dosis og frekvens, så de har en effekt på parasitter og andre mikroorganismer i vandet, men samtidig må de ikke påvirke fiskene negativt.

Den korrekte dosis er afhængig af en lang række forhold, f.eks.:

- vandtemperatur
- indhold af organisk materiale
- hårdhedsgrad
- pH
- antal fisk
- størrelse på fiskene
- fiskeart.

Dosis bliver derfor i høj grad afhængig af forholdene på anlægget, og det kræver stor erfaring at bruge stofferne.

Metode

Stofferne kan tilsættes kontinuerlig over flere timer/dage eller anvendes som støddosis. Metoden afhænger af anlægget, fiskene og den ønskede virkning. Støddosis har især været anvendt på traditionelle jorddambrug, mens kontinuerlig dosering over nogle timer gennem de seneste år har vundet mere frem på anlæg med recirkulering.

I flere af de nyere opdrætsanlæg indgår biofiltre, hvis effekt afhænger af bakteriernes evne at omsætte ammoniak via nitrit til nitrat. De fleste hjælpestoffer påvirker omsætningshastigheden negativt. Derfor skal man i anlæg med biofilter være særlig opmærksom på, hvor i anlægget hjælpestofferne tilsættes og hvilken dosis der anvendes.

Hjælpestofferne har alle en mulig negativ effekt på miljøet. Derfor er der grænseværdier for, hvor høj koncentration må være af det enkelte hjælpestof. Det begrænser de enkelte anlægs mulighed for at bruge hjælpestoffer. Stoffer, der nedbrydes hurtigt internt på opdrætsanlægget, er at foretrække. Derfor er der stor fokus på brug af stoffer som brintoverilte og pereddikesyre.

Formalin omsættes også forholdsvis hurtigt i anlæg med biofiltre, men stoffet er uønsket, fordi det kan være kræftfremkaldende. Det danske opdrætserhverv forsøger derfor at finde alternativer

Dansk Akvakultur udgav i 2013 en [faglig rapport om brugen af hjælpestoffer](#). Heri fremgår anbefalinger om dosis, arbejdsmiljø m.m.

Velfærd og etik

Kan fisk føle og opfatte smerte ligesom fugle og pattedyr? Eksperterne på smerteområde er ikke helt enige, men med de seneste års forskning tyder meget på at de rent faktisk kan både føle og opfatte smerte. Derfor er der større fokus på fiskevelfærd og etik end tidligere. For hvis fisken kan opfatte smerte, er det så overhovedet acceptabelt at lystfiske og hvad med måden, hvorpå vi fanger fisk i havet?

Den større viden om smerter har også sat fokus på dyrevelfærd i fiskeopdræt.

Dyreværnsorganisationer er begyndt at beskæftige sig med emnet, og detailhandlen begynder at stille krav. Også myndighederne ser på velfærd hos fisk under opdræt, slagtning og transport.

Flere lande har indført nationale krav om, at opdrætsfisk under slagtningen skal miste bevidstheden inden for få sekunder og afbløde, indtil de dør. Fuldstændig som ved slagtning af fugle og pattedyr.

Fisk har måske en bevidsthed

Engelske forskere har påvist, at fisk har nervefibrer i kroppen og nervecentre i hjernen på samme måde som pattedyr og fugle. Nogle forskere hævder, at fisk føler og opfatter smerte, og at fisken også har en bevidsthed, altså er klar over, at det gør ondt.

The European Food Safety Authority – EFSA - laver risikovurderinger af sikkerheden inden for fødevarer, men udtaler sig også om dyrevelfærd. Udtalelserne anvendes primært af lovgiverne i EU, men også lokalt, når man mangler råd og vejledning i specifikke sager.

EFSA udtalte sig i 2009 om velfærd og bevidsthed hos fisk: "[General approach to fish welfare and to the concept of sentience in fish](#)". Her konkluderes, at den nuværende forskning tyder på, at fisk både kan opfatte smerte, føle frygt og har en bevidsthed. Et afgørende synspunkt, fordi udtalelser fra EFSA ofte danner baggrund for efterfølgende lovgivning på området.

Victoria Braithwaite udgav i 2010 bogen "Do fish feel pain". Her opsummeres smerteforskningen hos fisk og de velfærds-mæssige og etiske overvejelser forskningens resultater medfører.



do
fish **feel**
pain?

VICTORIA BRAITHWAITE

Lovgivning om velfærd

I Danmark er der ingen specifikke regler for velfærd hos fisk. Der gælder kun dyreværnslovens generelle regel:

§ 1. Dyr skal behandles forsvarligt og beskyttes bedst muligt mod smerte, lidelse, angst, varigt men og væsentlig ulempe.

Domstolene har i de seneste år anvendt denne paragraf til at dømme folk. Man har altså vurderet, at brug af f.eks. [salmiakspiritus til aflivning af ål](#) ikke harmonerer med paragraffen.

I lovgivningen om opdræt af økologiske akvakulturdyr er der indarbejdet regler, som skal medvirke til sikre velfærd hos akvakulturdyrene. Der er krav om skånsom håndtering af fisk, hvor tæt fiskene må gå og minimumskrav til iltindhold i vandet.

Efter EFSA's udtalelse fra 2009 om smerte og bevidsthed hos fisk, er der i EU's arbejdsprogram nu indlagt, at der skal udarbejdes rapporter, som belyser fisk velfærd under slagtning og transport. Det er de første skridt på vejen mod konkret lovgivning på området, så i de kommende år vil der komme mere lovgivning der sikrer god velfærd hos fisk.

Etiske overvejelser

Den nye viden giver anledning til overvejelser om, hvad der er acceptabelt eller ikke acceptabelt at udsætte fisk for. Grundlæggende er der enighed hos både politikere, dyreværnsorganisationer, detailhandel og opdrættere om, at tvivlen bør komme fiskene til gode, så vi tror på, at de er i stand til at føle og opleve smerte.

I Danmark har vi Det Dyreetiske Råd, som udtaler sig om noget er dyreværnsmæssigt acceptabelt eller ej. Rådet har endnu ikke udtalt sig om opdrætsfisk, men i 2013 [anbefalede et flertal af medlemmer](#), at "Put & Take bør forbydes, og at Catch & Release fiskeri, hvor fangst, genudsætning af fangede fisk og genfangst indgår som det bærende element, hvad enten det er som en del af fiskearrangementer, konkurrencer eller på en selvstændig fisketur, er uacceptabelt".

Spørgsmål:

1. Nævn nogle tegn på, at der er sygdom på dambruget.

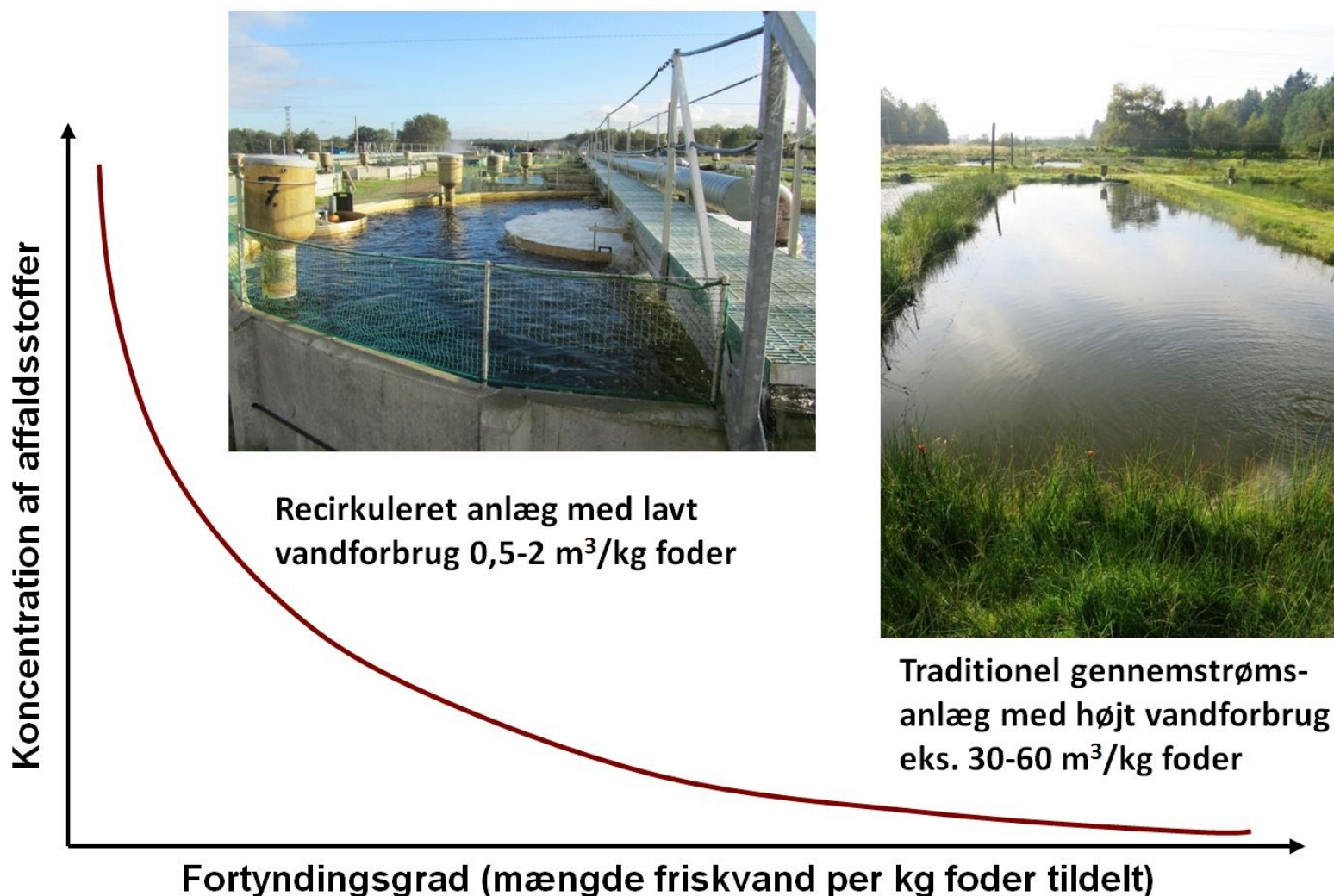
2. Beskriv, hvordan en bakterie ser ud og formerer sig.
3. Hvordan kan man forebygge bakteriesygdomme i akvakultur?
4. Beskriv generelle symptomer, som kan ses ved de fleste bakteriesygdomme i dansk ørredopdræt.
5. Nævn nogle specifikke symptomer ved rødmundsyge, furunkulose og vibriose.
6. Ses YDS, som er den vigtigste bakteriesygdom i Danmark, hos yngel eller større fisk?
7. Hvad skal man gøre, hvis der er mistanke om bakteriesygdom i et opdræt?
8. Hvorfor vaccinerer vi fisk?
9. Hvad hedder den organisme, der forårsager skimmel på fisk og æg?
10. Beskriv fiskedræberens livscyklus.
11. Nævn en flagellat, som er almindelig i danske dambrug.
12. Hvilke fisesygdomme kan man forebygge med vacciner?
13. Hvilke sygdomme skal anmeldes ved mistanke, og hvem anmelder man til?
14. Hvad forstås ved "raske smittebærere"?
15. Hvad forstås ved "stress" i fiskeopdræt, og hvilken betydning kan det have for fiskene?
16. Tilbageholdelsestiden er 500 graddage. Vandtemperaturen er 10. Hvor mange dage skal der gå inden fisken kan slagtes?
17. Kan fisk føle og opfatte smerte?

Kapitel 6: Vandrensning

Det er helt afgørende for fiskenes trivsel i et opdræt, at vandmiljøet ikke afviger væsentligt fra det oprindelige miljø i vandløbene. Derfor skal vandets indhold af ilt og uønskede stoffer kontrolleres. For høj eller for lav iltkoncentration og forskellige affaldsstoffer kan forringe vilkårene for fiskene, og specielt fisk i de tidligere livsstadier er sårbare overfor dårlig vandkvalitet.

Kravene til vandet varierer fra fiskeart til fiskeart. Ål og regnbueørreder er ret robuste og lever fint under betingelser, hvor f.eks. laks ikke kan klare sig. Iltindholdet og pH-værdien i vandet kan variere meget inden for et døgn. Det skyldes primært alge- og plantevækst i indtagsvandet og utilstrækkelig beluftning.

Ud over hensynet til fiskene er der også miljømæssige krav til det vand, der ledes fra anlægget. Her spiller udskillelsen af kvælstof (N), forfor (P) og organisk materiale (OM) fra fiskeproduktionen en stor rolle.



Figur 6.1: Sammenhæng mellem recirkuleringsgrad, indfodring og vandskifte og den teoretiske ophobning af affaldsprodukter.

Affaldsstoffer fra vandløb og produktion

Der er to kilder, som ører til uønskede affaldsstoffer i opdrættet. Vandløbsbidraget og produktionsbidraget. Vandløbsbidraget er de stoffer, som bliver tilført med indtagsvandet fra vandløb, kildevæld, dræn eller boring. Produktionsbidraget er stoffer, som tilføres inde på dambruget. Det er f.eks. udskilte affaldsstoffer fra fiskene og foderspild.

Stofferne opdeles i:

- [partikulært organisk materiale](#)
- [opløst organisk stof](#)
- [næringsalte.](#)

Partikulært organisk materiale kan forekomme i store mængder, hvis vandet kommer fra en å. Partiklerne kan være store og grove, f.eks. blade og planterester, eller fine og omfatte biologisk nedbrudt materiale større end 0,001 mm. Inde i produktionsenheden tilføres vandet partikulært materiale fra fiskene som fækalier. Partikulært materiale opstår også inde på anlægget, hvis der er foderrester i vandet eller hvis døde fisk ikke bliver fjernet.

Når partikulært materiale udfældes på bunden, øger det iltforbruget og kan føre til, at der bliver dannet slam. Nedbrydningen af det organiske stof frigiver opløst organisk stof og næringsalte, som også forringer vandkvaliteten.

I anlægget vil der også blive dannet partikulært organisk materiale (biomasse), i form af plante- og algevækst samt belægninger på overflader. Det gælder i vidt omfang om at fjerne partiklerne hurtigt fra systemet, [hvilket sker mekanisk](#).

Vandet farves brunt

Opløste organiske stoffer kan eksempelvis være organiske syrer, aminosyrer og andre kulstofforbindelser, der er lettilgængelige og letnedbrydelige og derved giver grobund for bakterievækst. Disse forbindelser forbruger ilt ved mikrobiel nedbrydning og frigør CO₂.

Det kan også være humusforbindelser, der er vanskeligere at nedbryde og som giver en karakteristisk brunfarvning af vandet. Opløst jern i indtagsvandet kan i visse egne forekomme og ved iltning udfældes til okker. Okker kan forårsage kvælning når det udfældes på fiskenes gæller.

Af næringssalte er ammonium (NH_4^+) et helt centralt affaldsstof for fiskeopdræt. Ammonium udskilles over fiskens gæller som den primære udskillelse af kvælstof N.

Faktaboks:

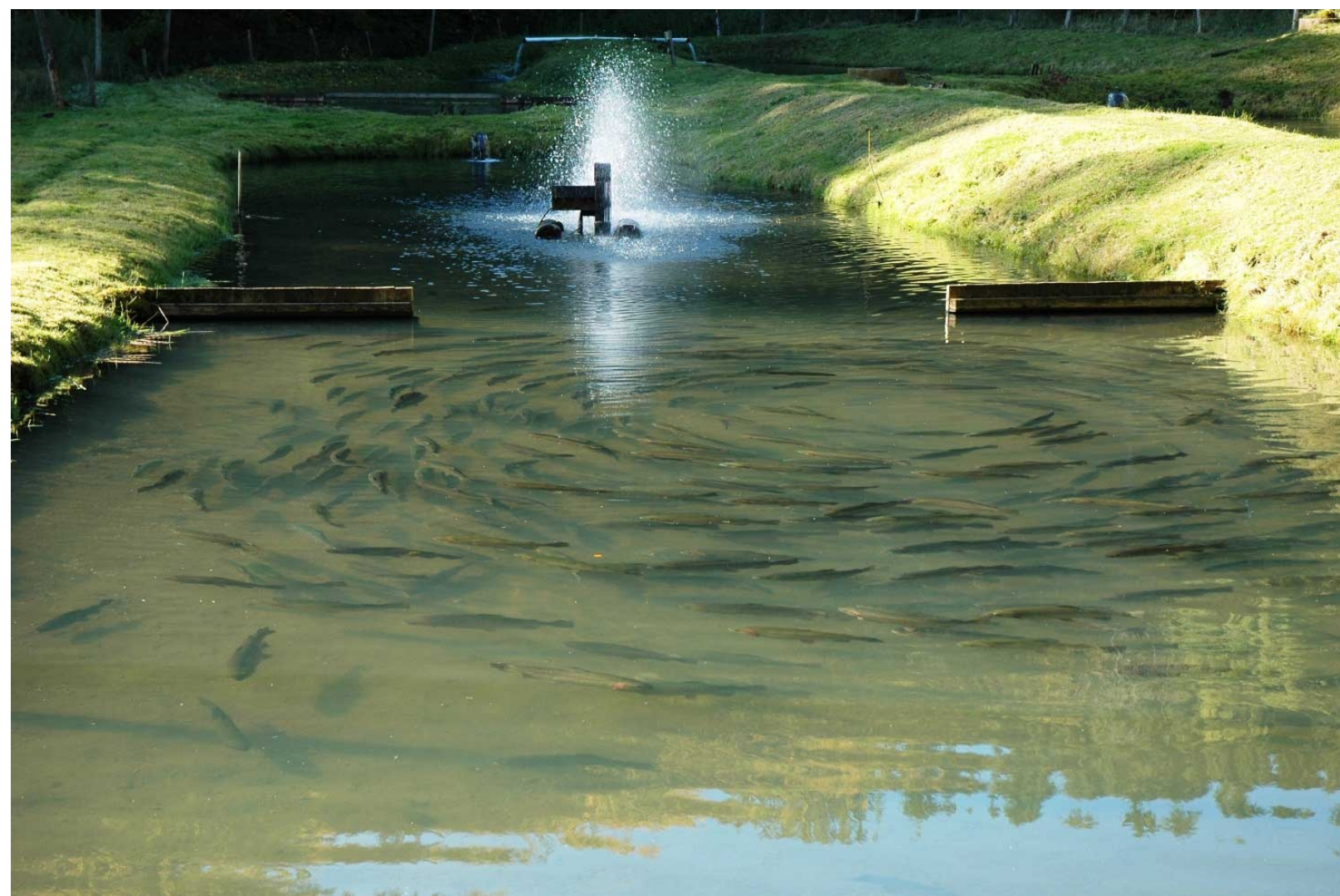
Ammonium (NH_4^+) er i kemisk ligevægt med fri ammoniak (NH_3). Jo højere pH værdi desto mere på ammoniak-form. Mens ammonium ikke skader fisken er ammoniak selv ved lave koncentrationer giftigt for fisk og kan forinden hæmme ædelysten og dermed fiskenes tilvækst. Ammoniumkoncentrationen i vandet er et resultat af indfodringsmængden og vandskiftet. I anlæg, hvor vandet genanvendes (recirkuleres), kan koncentrationen af ammonium blive så høj, at den skal fjernes. Dette sker ved [biologisk kvælstofomdannelse](#) i biofiltre.

Gasser som ilt, kuldioxid og frit kvælstof (O_2 , CO_2 og N_2) er opløst i vandet. Hvis koncentration bliver for høj, kan det være kritisk for fiskene. Effektiv beluftning er den bedste måde at bringe vandets indhold af gasser i ligevægt med atmosfæren og derved reducere gasovermætning.

Iltindholdet er den nok mest betydningsfulde faktor for vellykket fiskeproduktion. Da fisk og bakterier bruger ilten i vandet er der behov for supplerung af ilt. Ideelt bør iltmætningen ligge mellem 90-100 %, og må ikke komme under 60-65 % mætning.

Det kan ske ved forskellige former for beluftning, overrisling eller tilsætning af ren ilt.

Iltningsbehovet nedsættes i takt med, hvor effektiv iltforbrugende stoffer fjernes ved mekanisk rensning. Behovet for beluftning og iltning øges i takt med stigende vandtemperatur, fisketæthed og indfodring.



Belufter i dam. Foto: Lars-Flemming Pedersen.

Rensning af vand i traditionelle dambrug

Traditionelle gennemstrøms dambrug bruger relativt store mængder nyt vand pr. kilo fisk, der produceres - op til $50 \text{ m}^3/\text{kg}$. Herved bliver produktionsbidraget fortyndet, og affaldsstofferne når som regel ikke så høje værdier, at vandkvaliteten bliver kritisk forringet.

Vandforsyningen til traditionelle gennemstrømningsdambrug er typisk åvand. Der kan i perioder være betydelige mængder partikulært stof i vandet, som havner på dambruget.

De største dele fjernes mekanisk på indløbsristene, mens mindre partikler kan fjernes i forfældningsbassiner (kalkdamme), bundfældningsdamme eller i plantelagunen.

Udfældning af okker

I store dele af Jylland findes jernaflejringer i sedimentet som ved blotlægning og iltning frigør letopløselige jernforbindelser, der vaskes ud i grundvandet. Jernforbindelserne ilttes til okker (Fe_2^+ (aq) $+\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$, jern(III)hydroxid), der enten udfældes eller findes som partikler i vandet.

Jernforekomster forsurer vandet, og ved at hæve vandets pH værdi kan mængden af tungtopløseligt okker øges. Dambrugeren hæver og regulerer vandets pH værdi ved at tilsætte kalk til indtagsvandet. På den måde bliver okkeret udfældet i et forfældningsbassin. I tilfælde af jernholdigt dræn og boringsvand anvendes jernfiltre, der ved afgasning af CO₂ hæver vandets pH og udfælder okker.

Det er ikke alle forhold, som dambrugeren har kontrol over. Skylning af drænrør eller grødeskæring opstrøms for dambruget, kraftig regnskyl og risiko for gylleudslip, kan på forskellige måder føre til svingende vandkvalitet, som påvirker fiskeproduktion negativt.

Rensning på anlægget

De fleste affaldsstoffer i gennemstrømningsanlæg fortyndes, da vandskiftet er relativt højt – typisk 30-50 m³ pr. kg foder. Inde på dambruget holdes mængden af organisk materiale lavt ved mekanisk rensning. Mikrosigter kan benyttes til at fjerne partikulært materiale, ligesom slamkegler er effektive mod fiskefækaler og uspiste foderpiller. Den frasorterede slamdel føres typisk til et slambassin med fast bund og sider, alternativt et slambed.



I mange anlæg vil slamproduktion være fordelt på bunden i dammene, og kan enten fjernes ved at skrabe med fintmasket ketcher eller opgraves, når dammen regelmæssig tørlægges.

Slammets indhold af organisk materiale fører til større iltforbrug, som kan måles kemisk eller biologisk. Den kemiske måling (chemical oxygen demand- COD) er baseret på reaktion med et iltningmiddel. Den biologiske målemetode (forkortet BI₅) måler det bakterielle iltforbrug i en vandprøve over fem dage. Begge målinger udtrykkes i mg O₂/l. Målt på samme vandprøve er COD værdien altid større end BI₅ værdien, da ikke alle organiske forbindelser umiddelbart kan nedbrydes af bakterierne i løbet af fem døgn.

Slammet består også af bundet kvælstof og fosfor, som kan ende i vandløbet, hvis det ikke fjernes.

Egenproduktioner af organisk materiale forekommer undertiden på dambruget, Plante- og algevæksten kan nedsættes ved at bruge plastoverdækning over fødekanalerne, der forsyner dammene med vand.

I gennemstrømningsanlæg er der af og til behov for behandling mod diverse snyltere. F.eks. salt, pereddikesyre og formalin, som tilsættes vandet og holder parasitterne nede. Denne praksis kan også medføre udledning af opløste stoffer, der påvirker iltforbruget nedstrøms dambruget.

Stoffer i udløbsvandet

Den del af vandløbs- og produktionsbidraget, der ikke tilbageholdes på dambruget, bliver ført tilbage til vandløbet. For at minimere udledningen af stoffer, har en del dambrug foruden bundfældningsbassin også en plantelagune.

I plantelagunen bundfældes og omsættes iltforbrugende organiske stoffer og partikulært bundet fosfor. Lave iltniveauer i udledningsvandet kan i visse situationer hæves ved at lade vandet risle over filtre med stor overflade. Andre belufter vandet i plantelagunens afløb for at sikre et tilstrækkeligt iltindhold i udløbsvandet.

Opløste let nedbrydelige næringsstoffer omsættes på bunden og af bakterier på planterne. Næringsalte som ortho-fosfat optages af planterne. De kan dermed høstes og fjernes.

Det høje vandforbrug der er kendetegnende for traditionelle dambrug giver visse udfordringer. Dambrugene kan fjerne en betydelig mængde partikulært materiale fra vandløbet. Derimod er de opløste stoffer fra produktionen mere vanskelige at fjerne. Opløste stoffer findes i lave koncentrationer i et stort vandvolumen, hvilket gør en effektiv rensning vanskelig.

Tabel 6.1: Eksempler på behov for rensning i gennemstrømningsanlæg.

Hvad	Hvorfor	Hvordan	Hvor*	Kommentarer
Blade/løv og grøde	For at sikre jævn vandføring og nedsætte organisk belastning	Mekanisk ved indløbsrist	I	Giver af og til problemer på enkelte dambrug
Opløst jern	For at undgå okkerproblemer; pH regulering	Kalkdam (fældning) eller rislefilter ved indløb	I	
Sand	For at undgå tilsanding i damme / fødekanal	Sandfang	I	
Partikulært organisk materiale	Reducerer mængden af organisk materiale; forbruger ilt, fremmer vækst af bakterier og parasitter	Mikrosigter, slamkegler plantelagune	P/U	Undgå foderspild og slamansamlinger; effektiv opsamling af døde fisk
Ilt (manglende)	For at sikre minimumsniveau for fisk og opfylde krav til om iltindhold i udledning	Beluftning med piskere, paddel-beluftere, airlifts, naturligt fald (rislefiltre)	I/P/U	Døgnsvingninger i indløb Lav ilt påvirker fiskenes trivsel, ædelyst og tilvækst negativt
Opløst organisk	For at nedsætte forureningsgraden og	Mikrobiel omsætning i plantelagune.	U	Knyttet til biofilm;

materiale	iltbehovet	Øget opholdstid		vanskeligt at håndtere
Ammonium	For at nedsætte forureningsgraden/ eutrofiering	Ilte ammonium til nitrat i biofilter, herefter fjernelse i plantelagune	P/U	Kan være begrænsende for regulering af produktionen
Fosfor partikulært	For at nedsætter forureningsgraden	Mekanisk/bundfældning, plantelagune	U	Mekanisk filtrering af partikelbundet fosfor

* I= Indtagvand/forsyning, P= Produktionen, U= Udledningsvandet

Rensning af vand i recirkulerede anlæg

Produktionsvandet kan genbruges ved recirkulering. Vandskiftet per kilo tildelt foder er 10-50 gange lavere i recirkulerede anlæg sammenlignet med traditionelle gennemstrømningsanlæg.

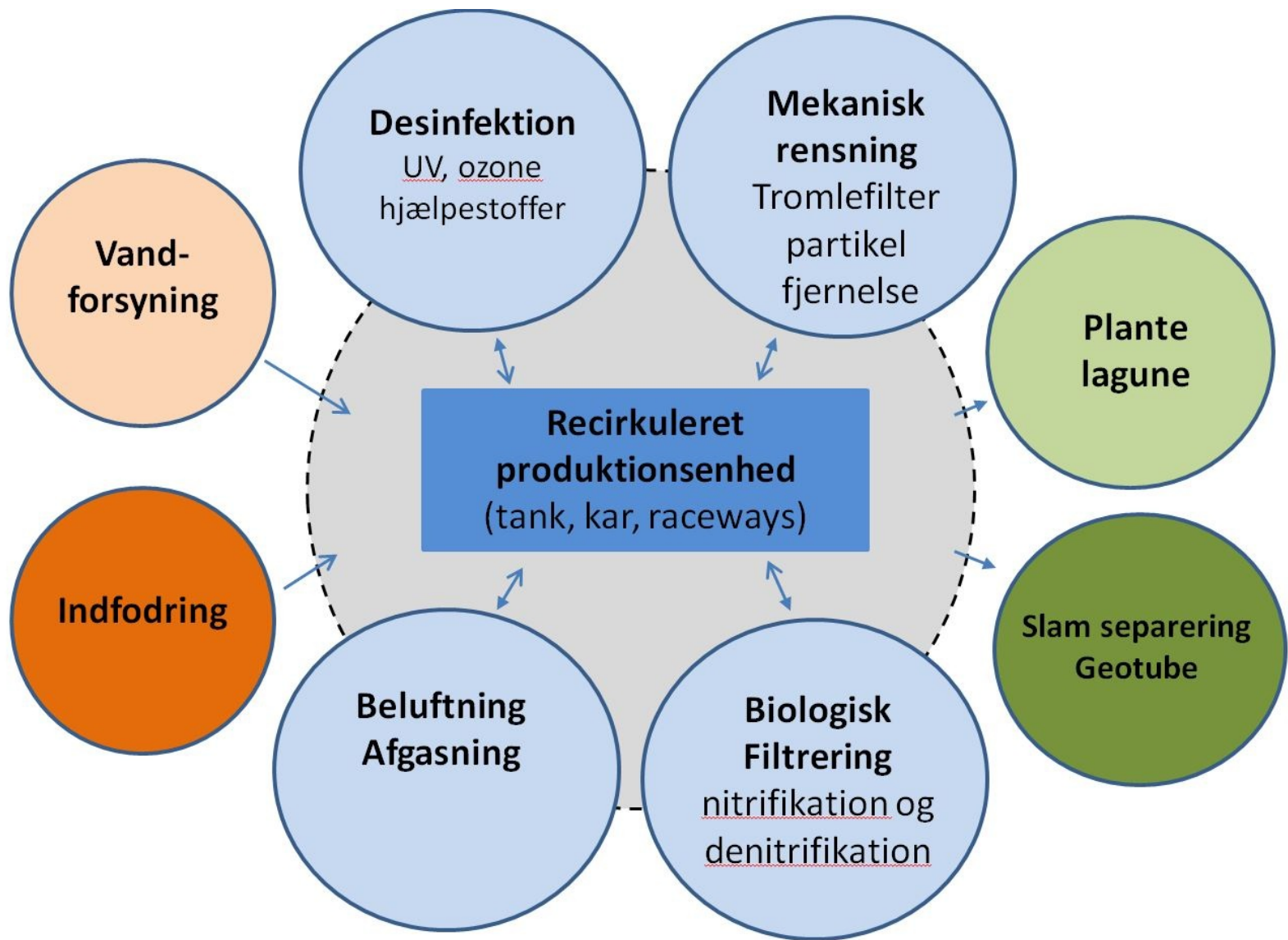
Faktaboks:

Recirkulationsgrad: Defineres af friskvandstilførslen i forhold til cirkulationen i anlægget (interne flow). Det kan variere fra delvis recirkulering (eks. 50 % recirkulering) til fuld recirkulering (> 99 % recirkulering). Anlæggets belastningsgrad eller intensitet ses ud fra forholdet mellem den samlede indfodring og det daglige vandskifte.

Vandskifte: Daglig friskvandstilførsel (inkl. spulevand til tromlefilter, skylning af biofiltre) i forhold til anlæggets samlede volumen.

Jo mere der spares på vandet i forhold til indfodringen, desto større er ophobningen af affaldsstoffer. Det betyder, at vandet skal renses for at undgå dårlig vandkvalitet.

I recirkulerede anlæg er der behov for rensning både i indtag, produktion og udledning.



Figur 6.2: Vandløbsbindrag, produktionsbidrag og rensenheder koblet til recirkuleret anlæg. Ill: Lars-Flemming Pedersen.

Mekanisk rensning omfatter:

- sedimentation (slamkegler, hvirvel separatorer, fældningsbassiner)
- kontaktfiltrering (riste, biofiltre, vandfiltre)
- mikrofiltrering (mikrosigte, membranfiltrering)
- proteinskimning (begrænset effekt i vand med lav saltholdighed)

Mere om recirkulerede anlæg: www.billund-aqua.dk & www.akvagroup.com/products/land-based-aquaculture

Rensning i vandforsyningen

Vandforsyningen til recirkulerede anlæg er typisk fra borerer, drænvand eller overfladenært grundvand. Det betyder, at kvaliteten af vandet er mere stabilt i forhold til åvand, det gælder også vandtemperaturen.

Jernholdigt boringsvand forbehandles i et jernfældningsfilter, hvor indtagsvandet samtidig iltes og afgasses. I lukkede, fuldt recirkulerede anlæg kan UV-bestråling benyttes til at reducere eller fjerne sygdomsfremkaldende mikroorganismer i indtagsvandet.

Rensning i produktionen

Partikulært materiale skal fjernes i så koncentreret form som muligt. Der er en række forskellige løsninger til hurtigt og effektivt at fjerne det fra opdrætsenhederne, hvor fiskene fodres og opholder sig.

De forskellige mekaniske resemuligheder har hver deres fordele og ulemper. Her spiller forhold som købs- og driftspris, vedligehold, effektivitet og kapacitet ind.

- Hvirvelseseparatorer anvendes f.eks. i marine yngelanlæg og recirkulerede systemer med mindre tankenheder. Hvirvelseseparatoren modtager en delstrøm fra fiskekarret, hvor fældning bygger på centrifugal – og tyngdekraften. Partikler af en given størrelse og tæthed havner på bunden af separatorens, hvor slammet kan fjernes i koncentreret form med et beskedent vandtab.
- Slamkegler benyttes som slamfælder på anlæg med raceways, f.eks. modeldambrug. Slamkegler er indbygget i bunden af anlægget (i udløbsenden af raceway'en) og kan have forskellig udformning. Tømningen af slamkegler foregår dagligt ved at lede/pumpe slammet over i et slambassin.
- Proteinskimmere (skummere) anvendes i visse recirkulerede saltvandsanlæg med en vis saltholdighed. De danner store mængder af fine luftbobler, som bryder overfladespændingen og fører ladede organiske mikropartikler til overfladen, hvor de kan afskummes. Metoden er velegnet til at fjerne partikler mindre end 30 µm.
- Mikrofiltrering ved brug af tromlefilter er meget anvendt. Her ledes vandstrømmen ind i en tromle med fintmasket stofduk. Partikler over en vis størrelse tilbageholdes på indersiden af filterdugen, hvor vandet presses gennem på grund af højere vandniveau inde i tromlen. Udvendige dyser spuler partiklerne væk fra dugen ned i en indvendig monteret rende, der er forbundet til et slambassin eller et slambed. Maskestørrelsen afgør filtreringseffektiviteten og har samtidig betydning for mikrosigtens kapacitet. Der anvendes typisk maskestørrelser fra 30 til 80 µm. Tilsvarende kan plade og båndfiltre anvendes til at fjerne partikler.
- Mekaniske filtre med f.eks. sand eller , plastlegemer anvendes som kontaktfiltre, der holder partikulært materiale tilbage. Afhængig af filtertypen og flowet vil partikler af en given størrelse blive fældet. Kontaktfiltrene, kombinationsfiltre og biofiltre retur/bagskylles og beluftes

regelmæssigt, hvor det tilbageholdte og overskydende organiske materiale, skyllevandet, ledes til slambedet.

- Øvrige renseteknikker, der på sigt kan anvendes i recirkulerede anlæg, er f.eks. membranfiltrering. Metoden er begrænset af kapaciteten og problemer med tilstopning af porer, og den er ikke færdigudviklet til akvakultur.



Tromlefilter. Foto: Lars-Flemming Pedersen.

Mere om mekanisk vandrensning: www.cmaqua.dk & www.hydrotech.se

Nitrifikation

Det er meget vigtigt at have fokus på opløst ammonium i driften af recirkulerede anlæg. For stor koncentration kan skade fiskene. Ammonium udskilles fra fiskene, og koncentrationen øges ved stigende fodring og ved nedsat vandskifte. I anlæg med delvis recirkulering kan ammoniumkoncentrationen holdes tilpas lav ved at skifte en betydelig mængde vand og sørge for, at pH-værdien holdes forholdsvis lav.

På model 1 dambrug er det fortyndingen, der bestemmer niveauet af ammonium. På model 3 lignende dambrug og fuldt recirkulerede anlæg (FREA-anlæg) er vandskiftet betydeligt mindre, og ammonium skal fjernes. Det sker ved biologisk rensning i såkaldte biofiltre, hvor bakterier omsætter ammonium til nitrat, der ikke skader fiskene. Processen, der kaldes nitrifikation kræver ammonium, ilt og uorganisk kulstof.

Nitrifikation består af to trin:

- [Iltning af ammonium til nitrit](#)
- [Omsætning af nitrit til nitrat](#)

I første trin iltes den dannede nitrit (NO_2^-) videre til nitrat (NO_3^-). Processerne kan foregå på fritsvævende celler i vandfasen men er typisk knyttet til bakterier fæstnet på faste overflader (i sediment, på sten og vandplanter).

Nitrifikationen foregår i særlige renseenheder – biologiske filtre eller biofiltre. Biofiltre er således en vigtig og central del af recirkulationsanlæg. Filtrene er beholdere med et bæremateriale hvorpå de nitrificerende bakterier kan gro. Bioelementerne er med deres store overflade med til at skabe gode betingelser for bakterierne; god plads og store berøring med vandfasen hvor ilt og næring (her ammonium og nitrit) findes.

Når der er biofiltre i et anlæg er det ikke nok kun at have opmærksomheden rettet mod fiskene (som tilfældet er på gennemstrømningsanlæg). I recirkulerede anlæg skal der være opmærksomhed på rette betingelser for såvel fisk som de gavnlige mikroorganismer i biofiltret.



Moving-bed biofilter. Foto: Lars-Flemming Pedersen.

I andet trin af nitrifikationen omsætter bakterier nitrit til nitrat. Hvis den kommer ud af takt, kan der opstå ophobning af nitrit. Det sker oftest i opstarten af nye anlæg eller i forbindelse med ændringer i driften, f.eks. øget indfodring eller brug af kemiske hjælpestoffer. Den øgede indfodring medfører øget ammonium udskillelse, mens hjælpestofferne kan hæmme de gavnlige bakteriers aktivitet.

Nyttige links om biofilterelementer: www.expo-net.dk/Standard/Anvendelse/Akvakultur.aspx & www.rkbioelements.dk

Denitrifikation

I anlæg med lavt vandskifte, dvs. meget foder i forhold til vandmængde, kan nitratkoncentrationen blive høj. Her kan et nitratfilter bruges. Det er en renseenhed med iltfrit miljø, hvor nitrat bruges i stedet for ilt som oxidationskilde for bakterierne. Denne biologiske proces kaldes denitrifikation. Nitratfiltre eller denitrifikationsfiltre danner frit kvælstof N_2 , som er en flygtig gasart, der dermed reducerer den samlede kvælstofudledning.

Bakterierne har brug for kulstof til denne proces, og det kommer som regel fra metanol. Nitratfiltret bruger en lille delstrøm af produktionsvandet og medvirker hermed til en samlet reduktion af anlæggets nitratkoncentration. Selve denitrifikationsprocessen foregår også naturligt i de tynde iltfrie lag i på bunden i sedimentet og i plantelagunen, hvor dele af vandets nitrat bliver tilført og brugt.

Forskellige opløste forbindelse bliver omsat i såvel biofiltrene som i denitrifikation-filtrene. Mere komplekse opløste stoffer kan eventuelt omsættes ved brug af elektrokemisk desinfektion, oxidationsmidlet ozon eller tilbageholdes i et aktivt kulfilter. Disse tekniske renseforanstaltninger anvendes kun på ganske få udvalgte anlæg.



Elementer i et biofilter. Foto: Lars-Flemming Pedersen.

Rensning af udledningsvandet

Det reducerede vandforbrug i recirkulerede anlæg betyder, at udledningmængden nedsættes og stofferne bliver mere koncentrerede. Rent teknisk er det lettere at rense sammenlignet med store fortyndede vandmasser.

Mængden af partikulært materiale og opløste stoffer skal begrænses af hensyn til vandmiljøet og kravene for udledning. Nitrat er ikke skadeligt for fiskene i de koncentrationer, der er på de fleste modeldambrug og recirkulerede anlæg. Derfor er det ikke nødvendigt at fjerne i selve produktionen af hensyn til fiskene. I spildevandet derimod er nitrat et vigtigt nærings salt sammen med fosfat. Begge opløste stoffer har en øvre grænse og er afgørende for dambrugernes tildeling af foder.

Udledningssvandet renses derfor for at overholde kravene, som omfatter organisk materiale, målt som biologisk iltforbrug over fem dage; B_{I_5} , kvælstof, fosfor og ilt. Desuden kommer forhold omkring rensningsgrad og tilbageholdelse af medicin og hjælpestoffer til vandbehandling og sygdomsbekæmpelse.

Slambede og plantelaguner

Materiale fra tømning af slamkegler, returskyl af biofiltre og skyllevand fra mikrosigter opbevares i slambassiner eller slambede. Her bundfældes og tilbageholdes hovedparten af slammet, som graves op og fjernes. Overløbsvandet fra slambedet ledes til plantelagunen, hvor yderligere fældning og omsætning af opløst organisk materiale foregår.

Plantelagunen er en enkel måde at rense på. Den bruges især til slutrensning og efterpolering af dambrugsvandet. Plantelagunernes størrelse giver lang opholdstid og reaktionstid, som medfører en stor mikrobiel omsætning. Aflejring af partikler og organisk stof på bunden skaber ideelle iltfrie forhold for at fjerne kvælstof via denitrifikation. På planterne kan bakterierne vokse og effektivt omsætte stofferne.



Behandling af slam

Der er forskellige metoder til at opkoncentrere slammet fra slambedene. Slamafvanding kan ske ved brug af Geotubes.

Geotubes er kæmpestore tekstilbeholdere, der fungerer som en passiv mikrosigte – ligesom et kaffefilter. Slamholdigt vand koncentreres i en kemisk-mekanisk proces, der er en forudsætning for at Geotubes virker. Ved at tilføre jern- og aluminiumsalte (udfældningssalte) og polymerer (klumpningsmiddel) kan mindre partikler samles til større, som derved lettere fjernes. Det sker med båndfiltre, hvor vandet sies fra det koncentrerede slam, men kan også foregå ved almindelig udfældning. En betydelig mængde opløst fosfor kan fjernes fra vandet på denne måde.

Spildevand fra recirkulerede anlæg kan også ledes til nedsivningsområder. Her vil rodzoneanlæg eller hurtigvoksende energipil være en mulighed for yderligere omsætning af næringsalte, der kan bindes og høstes.

Tabel 6.2: Eksempler på behov for vandrensning i recirkulerede anlæg.

Hvad	Hvorfor	Hvordan	Hvor*	Øvrige kommentarer
Opløst jern (pH)	For at undgå skadelig okkerudfældning på fiskenes gæller	Rislefiter/ jernfilter	I	pH regulering
Ammonium	Fri ammoniak NH_3 er skadeligt/giftigt i lave koncentrationer	Biologisk filtrering (nitrifikation)	P	Udskilles af fiskene Ligevægt mellem ammonium og ammoniak ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$)
Nitrit	Nitrit er skadeligt /giftigt i lave koncentrationer	Biologisk filtrering (nitrifikation)	P	Mellemprodukt i biofiltrets kvælstofomdannelse; ophobes især i forbindelse med driftsforstyrrelser

Partikulært organisk materiale Fosfor	For at undgå ophobning i produktionen og reducere udledningen	Mikrosigte, slamkegler, geotubes, slambassin plantelagune	P/U	Frisk slam kan indgå som kulstofkilde i denitrifikationsfiltre, mens afvandet slam også er en ressource frem for affald (f.eks. biogas)
Pathogener parasitter og bakterier	For at kontrollere parasittrykket	Desinfektion	I/P	Eks. forebyggende vandbehandling med hjælpestoffer Rapport om vandbehandling med hjælpestoffer.
Opløst organisk materiale	For at undgå ophobning i produktionen og reducere udledningen	BF + plantelagune	P/U	Biofiltrering og mindre del i plantelagune. Svært at fjerne.
Nitrat (kvælstof)	For at reducere miljøeffekt og evt. sænke niveau i anlægget	DN eller Plante lagune	U	Etablering af iltfri enheder hvor nitrat (NO_3^-) benyttes som iltningskilde og omdannes til frit kvælstof (N_2). Organisk kulstof kan tilsættes, eks. metanol
Bufferkapacitet	For at sikre tilstrækkelige kvælstoffjernelse	Tilsætning af kalk/base	U	Forbruges ved nitrifikation
Humusstoffer / farve	For at fjerne uklarhed	Rislefiter / ozon	P	I indtagsvand eller ophobes

Geosmin	For at undgå bismag	Udvanding i leveringsdamme	P	Ikke entydige oplysninger om hvorvidt rensning og desinfektionsmidler kan afhjælpe
Ilt (manglende)	Hensyn til fisk vel og vel samt udledning	Beluftere; Airlifts / mammut pumper; indløsning af ren ilt rislefiltre	I/P/U	Forbruges af fisk ved bakteriel aktivitet i biofiltre, på bund og i plantelagune
CO ₂	Forhøjet CO ₂ hæmmer fiskenes vækst og overlevelse	Airlifts / mammut pumper; rislefiltre	I/P	Afgasses i indløb og i produktion
Frit kvælstof	Bidrager til total gasovermætning, hæmmende for fisk	Afgasning	P	Afgasses i indløb og i produktion

* I= Indtagsvand/forsyning, P= Produktionen, U= Udledningsvandet

Vandkvalitet i akvakultur

Fisk har behov for stabile betingelser, der minder om det miljø, de oprindeligt kom fra. Det vil sige krav til forskellige kemiske og mikrobiologiske faktorer, så fiskene trives og vokser. Hvis betingelserne bliver for ekstreme, vil fiskene kompensere og regulere for at tilpasse sig. Det kan medføre nedsat vækst, miljøbetingede sygdomme, øget risiko for smitte og i sidste ende kan fiskene mistrives og dø.

Der kan i sjældne tilfælde forekomme akutte forgiftninger, f.eks. gylleudslip i indtagsvandet og udvikling af svovlbrinte ved bundvending. Der kan også ske det, at kvaliteten af vandet forringes, så den hæmmer fiskenes normale stofskifte. Det kan f.eks. være lavt iltindhold, forhøjet kuldioxid og

ophobning af ammoniak eller nitrit. Mængden af affaldsstoffer er styret af indfodringen i forhold til vandskifte og rensning.

Tabellen viser de brede intervaller med øvre og nedre grænse for en række vigtige faktorer for fire forskellige opdrætsarter. Der er tydelig forskel på arternes følsomhed. En vandkvalitet kan således være god for en type opdrætsfisk, mens den kan være skadelig for en anden.

Tabel 6.3: Driftsbetingelser for forskellige opdrætsarter.

Vandparameter	Enhed	Regnbueørred	Laksesmolt	Ål	Sandart
Temperatur	°C	2-21	12-14	23-28	22-25
O ₂	mg N/l	6-8	10	6-8	6-8
CO ₂	mg N/l	< 15	< 12	10-20	< 15
pH		6,5-8,0	6,8-7,3	5-7,5	6,5-7,5
Saltholdighed	‰	0-30	-	0-5	0-2
Ammonium-N	mg N/l	< 7,5	0,2	0-5,0	0-10
Nitrit-N	mg N/l	< 1,0	<0,2	0-1,5	0-1,5
Nitrat-N	mg N/l	< 200	< 90	50-100	56
Tæthed	kg/m ³	50-80	45-50	50-120	15-60

Spørgsmål:

1. Hvorfor er vandkvalitet vigtigt i akvakultur (produktion og udledning)?
2. Nævn tre stoffer der renses for i udledningen fra dambrug?
3. Giv eksempler på mekanisk og biologisk filtrering?
4. Hvorfra tilføres de stoffer der skal renses for? Sammenlign gennemstrømningsanlæg med intensive recirkulerede anlæg
5. Hvorfor er kvælstofomsætning i biofiltre centrale rensenheder i recirkulerede anlæg?
6. Er biofiltrering nødvendig i alle typer af recirkulerede anlæg?

Kapitel 7: Produktion og daglig drift

Det hele begynder med en driftsplan

For at drive eller projektere et dambrugsanlæg, skal der være en driftsplan. Den sikrer, at anlægget udnyttes optimalt, så det økonomiske resultat bliver bedst muligt. Der bør være flere alternative driftsplaner, så opdrætteren kan vælge bedste.

De tager tid at lave driftsplaner, men der findes flere computerprogrammer, hvor simulering af forskellige driftsscenarioer kan gennemføres.

Når driften af dambruget er klarlagt, skal der laves en oversigt, hvor mange fisk, der skal være på anlægget til forskellige tider, og hvor store fiskene skal være.

Produktionsplanlægning og værktøjer

Grundlaget for driftsplanen er dels fiskenes biologi og dels opdrætsanlæggets udformning og kapacitet. Når man kender vandmængden, temperaturforholdene, ilt- og beluftningskapaciteten samt anlægsvolumen, kan man beregne, hvor stor en besætning, der kan være på det pågældende anlæg. Derfor er det vigtigt at kende følgende begreber:

- [Biomasse](#)
- [Fisketæthed](#)
- [Vandtemperatur](#)
- [Foderkvotient.](#)

Biomasse

Vægten af fisk i et bassin, en afdeling eller et helt opdrætsanlæg. Vægten kan findes ved at veje alle fiskene, men det kræver meget arbejde. I stedet finder man f.eks. antallet af fisk, der overføres til et bassin efter sortering ved hjælp af en fisketæller. Fiskenes gennemsnitsvægt findes ved en prøvevejning. Tilsvarende kan man med en vægt veje de overførte fisk og ved en prøvevejning bestemme antallet af fisk pr. kg.

Faktaboks:

- **Biomassen** kan beregnes som:
Antal fisk x gennemsnitsvægt.
- **Antal fisk** beregnes som:
Biomasse / gennemsnitsvægt.
- **Gennemsnitsvægten** kan beregnes som:
Biomasse / antal fisk.

Det er vigtigt at kende biomassen i de enkelte bassiner for at tildele bassinet den rigtige vand- og fodermængdemængde samt sikre tilstrækkelig iltning eller beluftning. Endeligt giver biomassen sammen med størrelsen på bassinet et mål for fisketætheden i bassinerne.

Fisketæthed

Tætheden anføres i antal kg pr. kubikmeter (kg/m^3). Der kan ikke fyldes ubegrænsede mængder fisk i et bassin. Bliver biomassen for stor i forhold til bassinets volumen og vandkvalitet, går det ud over fiskenes vækst og trivsel.

Forskningsresultater fra DTU-Aqua viser, at der først bliver problemer med trivslen for portionsørreder ved tætheder op mod $140 \text{ kg}/\text{m}^3$, hvis vandforholdene ellers er optimale.

For lille tæthed kan stresses fiskene, fordi de ikke kan finde ly og tryghed ved at gemme sig blandt artsfæller. Ved tyndt besatte bassiner er der yderligere fare for, at transporten af partikler ud af bassinerne bliver mangelfuld. Det indebærer risiko for ophobning af fækalier i bassinerne, som kan forringe vandkvaliteten i opdrætssystemet.

Helt generelt kan større fisk holdes med højere tæthed end mindre fisk.

Vandtemperatur

Temperaturen har stor betydning for alle de processer, der er involveret i fiskeopdræt.

Temperaturen måles dagligt og registreres i driftsjournalen og det program, som styrer fodring og eventuel ilttilsætning m.m.

Jo højere temperatur, jo mere skal man være på vagt, fordi alting går stærkere med stigende temperatur. Op til optimumtemperaturen vokser fisk hurtigere med stigende temperatur, men det gælder også sygdomsfremkaldende mikroorganismer og parasitter.

For regnbueørreden, den mest almindelige opdrætsfisk i Danmark, ligger den nedre temperatur, hvor fisken indtager føde, typisk mellem 2 og 4 ° C.

I ferskvand tåler regnbueørreden ophold i vand på 0 ° C. Den øvre temperaturgrænse ligger på ca. 20 ° C. Over denne temperatur falder fødeindtagelsen, men regnbueørreden tåler højere temperaturer, og kan overleve op til 25-27 ° C. Jo varmere vandet er, jo mere ilt kræver fiskene samtidig med, at iltindholdet pr. l vand falder.

En tommelfingerregel er, at iltoptagelsen fordobles ved en temperaturstigning på 10 ° C.

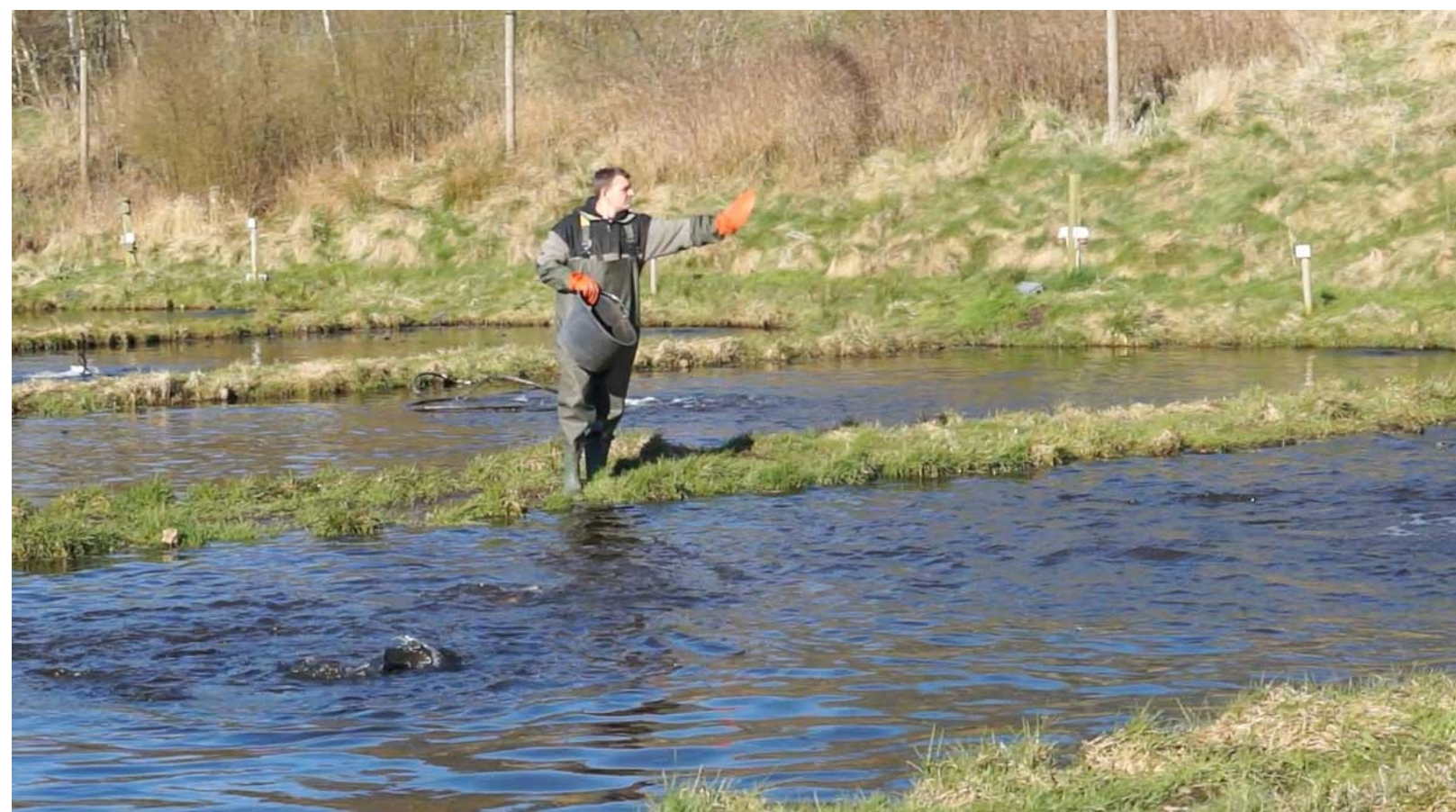
En konstant temperatur mellem 12 og 14 ° C vil for mange være et ønskescenarie. Her vokser ørreden godt, det er relativt nemt at holde en god iltmætning i vandet, og problemer med sygdomme og parasitter er til at håndtere.

Foderkvotient

Er et mål for, hvor effektivt der fodres, og hvor godt fiskene udnytter foderet. Forbruget registreres dagligt, og væksten på fiskene kender vi fra gennemsnitsmålinger. Ved at sammenholde målingerne kan foderkvotienten beregnes som: $FK = \text{Tildelt foder} / \text{tilvækst}$. Altså, hvis der registreres 1 kg tilvækst pr. kg foder, er foderkvotienten 1.

I dansk opdræt af portionsørreder er foderkvotienten tit under 1, og ved yngelopdræt er foderkvotienter nær 0,5 normale.

Når der produceres flere kg fisk end det aktuelle foderforbrug, kan det i første omgang virke urealistisk. Her må man tænke på, at fisk indeholder ca. 70 % vand, mens foderet indeholder under 10 % vand.



Fodring af fisk på Fousing Dambrug. Foto: Mikkel Staadsen-Boesen.

Fodertabeller og daglig tilvækst

Fodertabeller giver en oversigt over, hvor mange procent fiskene kan vokse på en dag i forhold til gennemsnitsstørrelse og vandtemperatur. Alle foderproducenter udgiver fodertabeller, men på mange opdrætsanlæg laver man sin egen på grundlag af erfaringer fra den daglige drift.

Tabel 7.1: Fodertabel med angivelse af daglig vækst i % for fisk mellem 0,5 og 40 gram. Små fisk har en større daglig tilvækst i % end store fisk. Som overalt i naturen drejer det sig om at blive stor i en fart.

Fisk	Pille størrelse (mm)	Vandtemperatur (°C)								
		2	4	6	8	10	12	14	16	18
Gram	Granulat									
0.5-2	1	1,00	1,34	1,67	2,01	2,51	3,01	3,21	3,34	3,14
2-7	2	0,85	1,14	1,42	1,70	2,13	2,56	2,73	2,84	2,67
7-15	3	0,72	0,97	1,21	1,45	1,81	2,17	2,32	2,42	2,27
15-25	4	0,62	0,82	1,03	1,23	1,54	1,85	1,97	2,05	1,93
25-40	4	0,55	0,74	0,92	1,11	1,39	1,66	1,77	1,85	1,74

På de fleste anlæg udregnes fodringen af hvert enkelt bassin ved hjælp af computerprogrammer. Der bruges også programmer til at skabe oversigt over den teoretiske tilvækst, foderkvotienten og alle andre vigtige parametre på opdrætsanlægget. Man bør dog også manuelt kunne udregne fodermængden til et bassin.

Formlen for daglig udfodring i et bassin er:

Biomasse x tilvækstprocent x foderkvotient / 100

Eksempel på beregning:

Biomassen i et bassin med 10 grams fisk er 1.000 kg. Tilvæksten er på 2,3 %. Hvis foderkvotienten er 0,7 er den daglige fodermængde $1.000 \times 2,3 \times 0,7 / 100 = 16,1$ kg.

Næste dag skal der tages hensyn til, at fiskenes vægt er steget med 23 kg ($16,1/0,7$ kg), så biomassen nu er på 1.023 kg.

Dødelighed

Med en stor population vil der uundgåeligt forekomme dødsfald. En daglig registrering af døde fisk er derfor vigtig. Hvis dødeligheden øges, tyder det ofte på sygdom og/eller driftsproblemer. Dødeligheden måles både i antal og vægt.

Vækstberegninger

Fiskenes vækst afhænger af mange faktorer, f.eks. fiskestørrelse/-stadie, vandtemperatur, ilt- og saltindhold, lys og mængden og kvaliteten af foderet.

Faktorerne er sjældent konstante ret længe ad gangen, og derfor er udviklingen af formler, der kan forudsige fiskens vækst ret præcist, meget komplicerede.

Seriøse vækstformler findes derfor kun for populære opdrætsarter som regnbueørred, og de tager kun højde for de vigtigste faktorer som fiskestørrelse, temperatur og udfodring.

Computerprogrammer gør det muligt at forudsige udviklingen af fiskens vækst på en nem måde. Det er dog altid vigtigt også at medtage sin sunde fornuft. Jo bedre opdrætteren kender sine fisk og opdrætsforhold, jo mere nøjagtig bliver forudsigelserne.

Ved at bruge relativt simple produktionsplanlægningsformler, kan man "lege" med forudsigelser af fiskens slutstørrelse og leveringstidspunkt. Er der f.eks. en aftale om fast leveringstidspunkt, kan man regne ud, hvor stor udfordringen skal være for at kunne levere til tiden. Dette selvfølgelig inden for realistiske rammer.

Formlerne bygger på "renters rente" princippet, men ved fiskeopdræt tilskrives der "renter" dagligt.

Forventet slutstørrelse

Med denne formel kan man beregne, hvilken størrelse fisken vil have efter et antal dage ved en given vækstrate:

$$V = V_0 \times (1 + P)^n$$

Hvor

V_0 : Startvægt

V: Slutvægt

P: Daglig vækstrate i procent dvs. 1% = 0,01

n: Antal dage

Eksempel

Hvad er den forventede vægt (V) for fisk med en startvægt (V_0) på 10 gram, der fodres over 20 dage (n) med gennemsnitlig 2,30% pr. dag? Forventet foderkvotient er 0,75.

$$P = 0,023/0,75 = 0,031 \text{ og } V = V_0 (1 + P)^n = 10 \times (1 + 0,031)^{20} = 18,4 \text{ gram}$$

Forventet antal dage (n)

Med denne formel kan man beregne, hvor mange dage der går, indtil fisken opnår en bestemt størrelse:

$$n = (\ln V - \ln V_0) / \ln(1 + P)$$

Ln er den naturlige logaritme med grundtallet e.

Eksempel

Hvor mange dage tager det en fisk at vokse fra 100 gram (V_0) til 340 gram (V) ved en gennemsnitlig udfodring på 1,0 % pr. dag? Forventet foderkvotient er 0,9. Foderfri dage medregnes ikke.

$$P = 0,01/0,9 = 0,0111$$

$$n = (\ln V - \ln V_0)/\ln(1 + P) = (\ln 340 - \ln 100)/\ln(1 + 0,0111) = (5,83 - 4,61)/0,011 = \text{ca. } 112 \text{ dage.}$$

Afvielser

Så længe man bevæger sig på det teoretiske plan, går det hele strygende, men i det virkelige liv er der mange forhold, som teorien ikke kan tage højde for.

Temperatur

Prognoser for fiskenes vækst sker ud fra f.eks. middelvandtemperaturen over året. Det danske klima er på det nærmeste garanteret for, at det ikke er middelvandtemperaturen, som vil være gældende for den kommende produktionsperiode.

Skal indgåede aftaler om levering overholdes, må der lægges lidt elastik ind i produktionsbudgetterne, så det ikke kun er temperaturen, men også fodringen, der kan anvendes i produktionsstyringen.

Foder og påvirkningen af den daglige drift

Generelt leveres der foder af høj kvalitet i Danmark. Producenterne er gode til at optimere deres blandinger efter de aktuelle markedsforhold, så foderets ydelse på det nærmeste er konstant, selv om der bruges vekslende råvarer.

Ikke alt kan styres lige godt, og én af de mere vanskelige opgaver er at sikre en jævn kvalitet af fiskenes fækalier. Det forsøger man at styre med tilsætninger af forskellig slags, men moderne recirkuleringsanlæg er ofte afhængige af en god sammenhæftning af fækalierne, og selv mindre afvielser kan påvirke produktionen.

Sygdom og parasitter

Bliver fiskene angrebet af sygdom eller parasitter påvirker det ædelyst og tilvækst.

Brug af medicin og hjælpestoffer kan påvirke de biofiltre, som anvendes ved opdræt i recirkuleringsanlæg. En nedsat ydelse af filtrene mindsker den mulige udfodring.

Eventuelle tab i form af dødelighed påvirker muligheden for at levere fisk. En løsning kan være at købe erstatningsfisk i samme størrelse som de døde, men det er ikke altid muligt. Der er en risiko ved at købe fisk fra en ny leverandør, da det kan være problematisk at blande fisk med forskellig immunstatus.

Læs mere om fiske sygdomme i [kapitel 5](#).

Levering

Det sker, at en aftalt levering af fisk ikke kan gennemføres, fordi køber f.eks. ikke kan overholde aftalen. I bedste fald kan fiskene sælges til anden side, men ofte må de opbevares på dambruget i en periode før salg.

Under opbevaringen opstår der nemt tab, fordi fiskene tit må holdes på vedligeholdelsesfoder for at undgå, at de bliver for store, eller fordi der ikke er nok kapacitet. Ved vedligeholdelsesfodring får fiskene tilstrækkeligt foder til, at de ikke taber sig, men de vokser ikke.

Et andet problem ved svigende salg er, at de fisk, som skulle sælges, tager plads op for nye sættefisk i anlæggene. Det kan påvirke den planlagte produktion, så der f.eks. bliver problemer med at modtage sættefisk til aftalt tid. Det påvirker leverandøren af sættefisk.

Derfor skal opdrætteren overveje, om salg til anden side til lavere pris giver et mindre tab end det tab, som skyldes vedligeholdelsesfodring og manglende start af sættefiskene.

Driftsjournal og registreringer

En opdateret driftsjournal er et vigtigt værktøj for opdrætteren til at styre den daglige drift, og det er samtidig et krav i dambrugsbekendtgørelsen.

Styringssystemer til registreringer er enten udviklet af opdrætteren selv eller er kommercielle programmer. I det følgende gennemgås de betydende faciliteter i de kommercielle programmer, som typisk bruges på danske dambrug:

- [Monitering af bestand](#)
- [Fodertabeller](#)

- [Udskrivning af foderforslag](#)
- [Temperatur, ilt og foderkvotienter](#)
- [Registrering af foderforbrug og foderprognoser](#)
- [Registrering af vækst og døde fisk](#)
- [Registrering af flytning, salg og indkøb af fisk](#)
- [Registrering af forbrug af hjælpestoffer](#)
- [Historik for de enkelte produktioner](#)
- [Fremregning](#)
- [Lagerbeholdninger](#)
- [Rapportgenerering](#)

Monitering af bestand

Fiskene indsættes i de enkelte bassiner med angivelse af fiskestørrelse, mængde i kg, samt en produktionskode for efterfølgende identifikation af fiskene. Denne produktionskode følger fiskene gennem hele forløbet.

Samtidig med at fiskene indsættes i bassinet oplyses pris for fisken, valgt fodertype, foderniveau, og forventet salgspris.

Fodertabeller

Tager udgangspunkt i From og Rasmussens vækstmodel (1984) for regnbueørreder, samt omsættelig energi i foderet.

Ved angivelse af energiindhold kan der udskrives fodertabeller for forskellige fiskestørrelser ved forskellige temperaturer og under ideelle forhold.

Udskrivning af foderforslag

Foderudskrifter kan tilpasses det enkelte dambrug for at opnå størst mulig præcision.

Udgangspunktet er fodertabellerne. Ud fra de fisk, der er sat i de enkelte bassiner, samt den fodertype der anvendes ved den enkelte produktion, udskrives et foderforslag for en dag eller en periode. Ved udskrivning af fodersedler angives forhold omkring ilt og temperatur, hvis de falder uden for de opstillede kurver.

Desuden er det muligt at angive en foderfaktor typisk fra 0,7 - 1,7, hvis der er forhold, der taler for en mindre eller større tildeling af foder. Det kan være tilfældet, hvis man f.eks. vil bremse væksten pga. problemer med afskrivningen (afsætningen). Det er også muligt at udskrive en foderseddel med ønsket om en bestemt procentvis tildeling af den stående bestand

Temperatur, ilt og foderkvotienter

Tabellerne opstilles for hvert enkelt dambrug. Ved daglig registrering af ilt og temperatur tilpasses tabellerne løbende. Foderkvotienterne angives i tabel ud fra fiskestørrelse. Samtlige tabeller bruges ved fremregning af besætningen og ved foderprognoser.

Registrering af foderforbrug

Efter fodringen opdateres foderforbruget ud fra den faktisk udfodrede mængde. Hvis der har været ændringer i forhold til foderforslaget, korrigeres det inden opdateringen. Efter opdateringen korrigeres lagerbeholdningen af fodertyperne automatisk.

Registrering af vækst

Ud fra registreringen af foderforbruget og foderkoefficienten for den pågældende fiskestørrelse akkumuleres væksten dagligt.

Registrering af døde fisk

Ved den daglige registrering af foderforbruget indtastes mængden af døde fisk som kg og/eller stk.

Registrering af flytning af fisk, salg og indkøb

Ved indkøb af fisk indsættes de som beskrevet under [monitering af bestand](#) og tildeles et produktionskode. evt. oprindelse angives. Ved indkøb af foder indføres dette i lagerbeholdningen af foder.

Når fiskene flyttes fra et bassin, som følge af sortering salg eller samling af bestemte størrelser af fisk, er procedurerne forskellige.

Generelt tømmes bassinet, gennemsnitsvægt for de forskellige grupperinger angives sammen med mængderne og produktionskode. Derefter overflyttes fiskene til de nye bassiner, og der beregnes en ny gennemsnitsvægt samt total vægt i bassinet.

Ved flytningen sker der en automatisk registrering af produktion og foderforbrug i den periode, fiskene har været i bassinet. Det sammenholdes med den kalkulerede mængde fisk, der skulle være i bassinet. Herved får man et godt udgangspunkt til optimering af foder og foderkoefficienttabellen.

Ved salg af fisk, angives aftager, og de parametre som er beskrevet tidligere, hvorefter salget automatisk akkumuleres i salgsfilen.

Fremregningerne og foderprognoserne er integreret i programmet.

Jo længere fremregningen er, jo mere usikker vil den være.

Lagerbeholdninger

Ud fra de daglige registreringer er det muligt at få udskrifter af aktuelle lagerbeholdninger af fisk og fodertyper. For fiskenes vedkommende kan der søges efter en specifik størrelse eller bestandens sammensætning sorteret efter størrelsesklasser.

Rapportgenerering

Ud fra registreringerne er det muligt at generere rapporter. Det kan foregå inden for produktionsforløb, angivne perioder og delperioder. Mange data vil også kunne laves som grafik eller filer til videre behandling.

For de eksisterende programmer udbydes et samleprogram, hvor data fra flere dambrug kan behandles.

Bemærkninger

Gennemgangen af driftsjournalen omhandler manuelle registreringer, som dambrugeren fodrer sit driftsprogram med. Der er ikke direkte mulighed for datalogning i programmerne.

Den daglige registrering tager mindre end 1/2 time dagligt. Automatisk registrering er ikke umiddelbart en god idé, fordi det vil øge antallet af fejlkilder.

Hovedparten af brugerne af programmerne bruger pendulautomater til fodringen. De er ikke egnede til en automatisk registrering af foderforbruget. Og i forbindelse med fodringen vil en række af de faktorer, som dambrugeren tager hensyn til, dårligt lade sig registrere automatisk. Det kunne være forventede vejrforhold og fiskens stressniveau, som er afgørende for udfodringen.

Der er dog en del systemer som anvendes, specielt i indendørs yngelanlæg, der har en høj grad af autoregistrering. Systemerne er hængt op på central computer og én eller terminaler ude ved bassinerne. På den måde opnås en høj grad af kontrol, men samtidig også muligheden for fejl.

I forbindelse med registreringssystemerne bruges automatiske fodersystemer, der doserer foderet i afmålte doser inden for angivne tidsintervaller. Foderautomaterne er motordrevne eller drevet ved hjælp af trykluft.

Spørgsmål:

1. Hvilken funktion har en driftplan?
2. Hvordan finder man biomassen i et bassin?
3. Hvad er den ideelle vandtemperatur for opdræt af ørreder?
4. Hvad måler man ved at bruge formlen: $\text{Biomasse} \times \text{tilvækstprocent} \times \text{foderkvotient} / 100$?
5. Er det et krav, at man skal benytte sig af driftsjournaler?
6. Hvorfor er det ikke en gode idé at bruge automatisk registrering?

Kapitel 8: Økonomi i dambrug og havbrug

Alle tal er fra Danmarks Statistiks regnskabsstatistik for akvakultur. Kapitlet bygger på gennemsnitstal for mange anlæg.

Der kan være store variationer mellem de enkelte virksomheder. Det gælder især for de traditionelle dambrug, som omfatter en række forskellige produktionsformer.

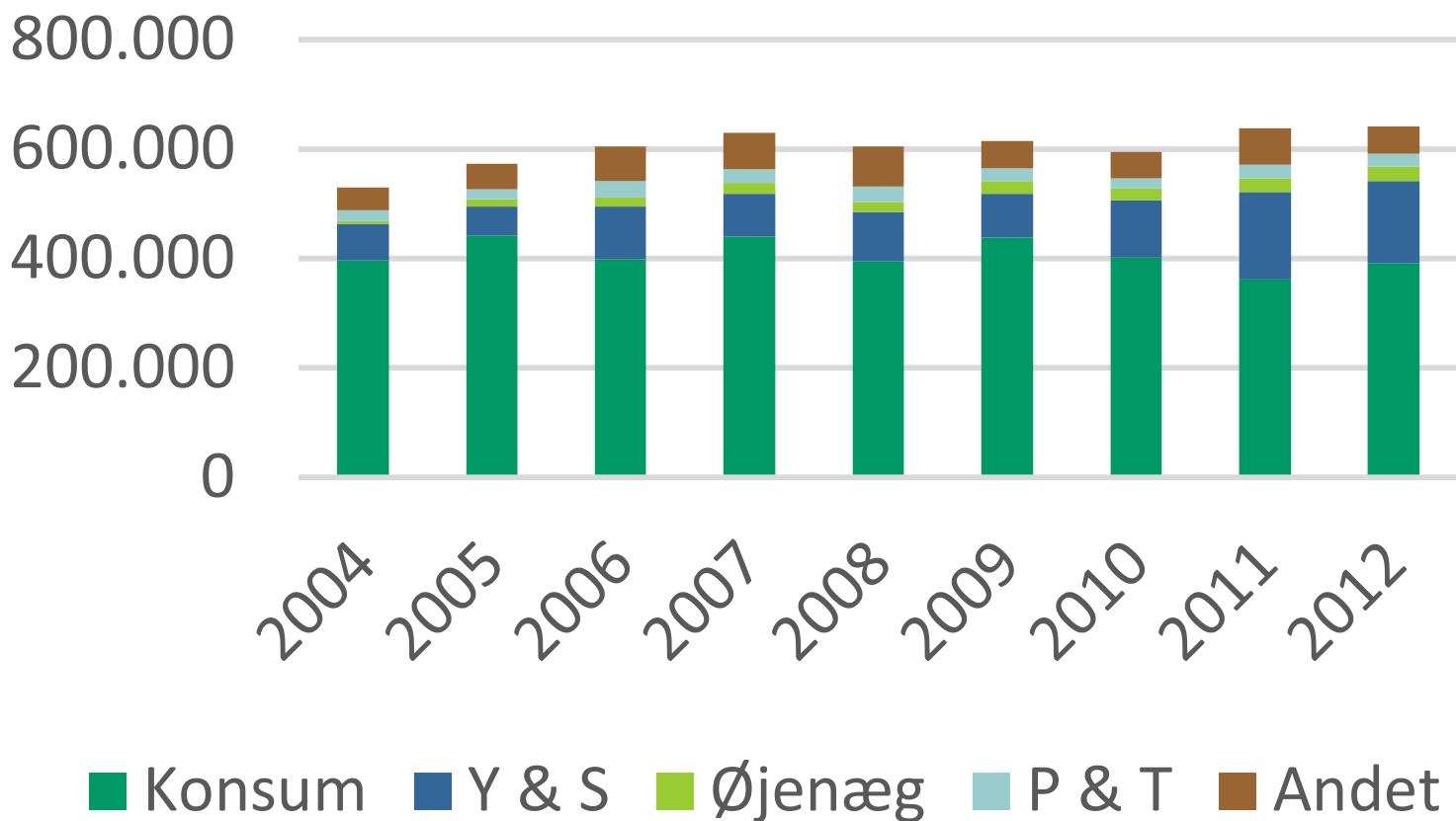
Dambrug

De fleste dambrug tjener penge på at opdrætte ørreder, som sælges til konsum (forbrug). Produktionen begynder med, at dambrugene køber yngel eller æg. Fiskene fodres og sælges, når de har nået den ønskede størrelse.

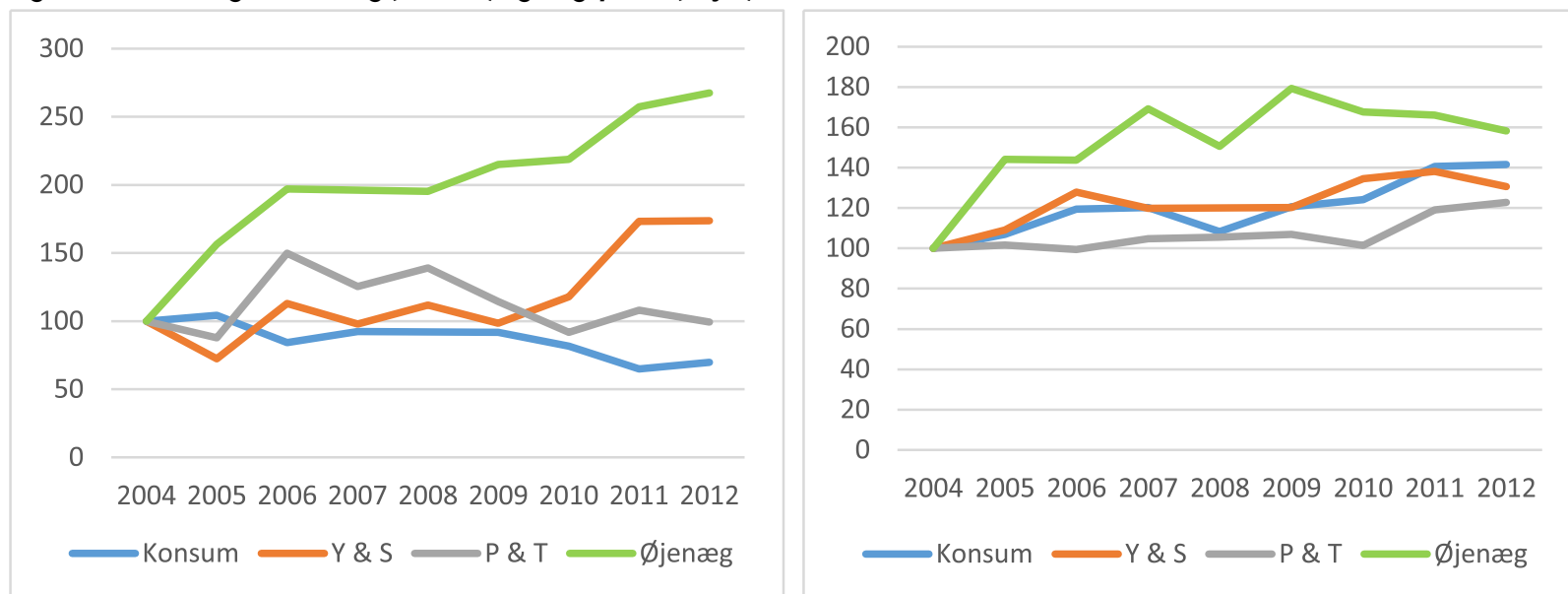
Andre dambrug har specialiseret sig i at lave yngel eller æg, som de sælger til andre opdrættere. Der er også dambrug, som kun laver fisk til udsætning i havbrug eller i Put & Take søer.

Salg af fisk til konsum og salg af yngel/sættefisk udgør ca. 90 % af branchens indtægter. Indtægter fra konsum og Put & Take har været konstante gennem de senere år, mens der har været en betydelig stigning fra salg af yngel/sættefisk.

Figur 8.1: Indtægter i 1.000 kr.



Figur 8.2: Udvikling i afsætning (venstre) og salgspriser (højre) 2004 = Index 100.



Salget af fisk til konsum er faldet, mens salg af yngel og sættefisk er steget. Det skyldes især en voksende produktion i havbrugene. Salg af øjenæg er steget pga. øget eksport.

Salgspriserne er steget for alle varer, men mest for øjenæg og fisk til konsum.

Regnskabsstatistikken opdeler dambrug i traditionelle dambrug og [modeldambrug type 1 og 3](#).

Dette kapitel omhandler traditionelle dambrug og type 3-anlæg.

Indtægter fra traditionelle dambrug har været nogenlunde konstante i perioden, mens type 3 næsten har femdoblet indtægterne.

Tabel 8.1: Afsætning, salgspriser og indtægter (mio. kr.) for traditionelle dambrug og type 3 anlæg.

	Traditionel					Type 3				
	2004	2006	2008	2010	2012	2004	2006	2008	2010	2012
Tons	26.611	23.263	24.407	17.051	17.819	1.788	4.017	5.282	7.989	5.738
Kr/kg	16,23	19,95	19,13	22,22	24,00	15,41	18,13	16,69	17,81	21,69
Indtægt	432	464	467	379	428	28	73	88	142	124

Ombygning af traditionelle dambrug til modeldambrug har medført et fald i produktionen på traditionelle anlæg og en stigning i produktionen på type 3-anlæg. Fisk fra traditionelle anlæg sælges til højere priser. Det skyldes, at anlæggene omfatter f.eks. Put & Take, økologi og yngel/sættefisk, hvor fisk fra type 3-anlæg primært går til forbrug.

Produktionen på de traditionelle anlæg er faldet, men de har været i stand til at fastholde en næsten uændret indtjening, fordi priserne er steget. Type 3-anlæg har omvendt nydt godt af både højere salg og højere priser. Derfor har de haft en betydelig stigning i indtægterne, der er mere end firedoblet i perioden 2004 til 2012.

Udgifter til foder, indkøb af yngel og løn vejer tungest

I regnskabsstatistikken inddrages driftsomkostningerne i en række underposter. De mest betydende er vist i tabellen. Posten "øvrige" dækker over bl.a. renter og diverse variable, som f.eks. udgifter til vandanalyser og medicin.

De største driftsomkostninger på et dambrug er:

- Fiskefoder
- Yngel
- Løn

De tre poster tegner sig tilsmmen for ca. 2/3 af de samlede driftsomkostninger.

Tabel 8.2: Udvikling i driftsomkostninger per kg fisk.

	Traditionel					Type 3				
	2004	2006	2008	2010	2012	2004	2006	2008	2010	2012
Foder	5,99	6,39	6,81	7,04	7,87	5,38	5,85	6,61	6,66	8,75
Fisk	2,08	3,19	2,73	4,04	4,03	2,46	2,06	2,32	2,91	3,17
Personale	2,97	2,16	2,70	3,18	3,41	2,78	2,14	1,99	1,85	1,61
Vedligehold	2,16	1,94	1,97	2,37	2,29	1,76	1,39	1,25	1,20	1,42
Elektricitet	0,58	0,78	0,82	1,00	1,35	0,49	1,02	1,47	1,33	1,80
Afskrivning	0,75	0,87	0,90	1,32	1,15	1,11	1,61	1,57	1,40	1,27
Øvrige	1,94	2,10	2,50	2,57	2,49	1,31	1,98	2,25	1,93	1,53
I alt kr/kg	16,47	17,42	18,43	21,52	22,59	15,29	16,05	17,47	17,28	19,55

Der har været betydelige stigninger i produktionsomkostningerne pr. kg fisk i perioden 2004 til 2012. Det skyldes primært prisstigninger på foder og yngel.

Modeldambrug type 3 har de laveste driftsomkostninger pr. kg fisk

Type 3-anlæg har lavere udgifter end traditionelle anlæg. Det skyldes bl.a., at anlæggene er større, at de anvender nyere teknologi og, at de ikke omfatter nicheproduktioner som økologi og avlsbrug m.m.

Den stigende produktion på type 3-anlæg har reduceret omkostningerne til personale. De er faldet med over 1 kr. pr. kg, mens den er steget på de traditionelle anlæg. Det skyldes, at omkostninger til personale overvejende er en fast omkostning. Derfor falder den udregnet som kroner pr. kg fisk, når produktionen øges.

Er det en god forretning af drive dambrug?

Dambrugerne har investeret penge i deres anlæg, og de skal naturligvis forrentes. Om det er en god forretning at drive dambrug afhænger bl.a. af, hvor meget dambrugerne tjener på de penge, de har investeret i anlægget.

Forholdet mellem indtjening og aktiver kaldes for afkastningsgraden, AG. Jo højere AG, desto større bliver dambrugernes fortjeneste, og jo bedre en forretning er det. Type 3-anlæg er en bedre forretning end traditionelle dambrug. Det skal også være tilfældet, i hvert fald i de første år.

Ejerne af type 3-anlæg stiller større krav til fortjenesten, fordi anlæggene bruger ny teknologi, hvor der er større risiko for uheld i form af f.eks. strømsvigt. Modsat traditionelle dambrug, som bygger på kendte teknologier.

Tabel 8.3: Afkastningsgrader i %.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Traditionel	6,7	4,3	2,2	-1,4	0,4	2,4	2,6
Type 3	8,9	7,5	0,8	3,6	4,8	3,8	8,9

Havbrug

Havbrugenes indtægter kommer fra salg af fisk og rogn. Deres indtægter er næsten fordoblet i perioden 2004 til 2012. Salg af rogn udgør en stor del af den samlede indtægt. I 2004 udgjorde salg af rogn 38 % af indtægten mod 31 % i 2012.

Tabel 8.4: Indtægter (1.000 kr.)

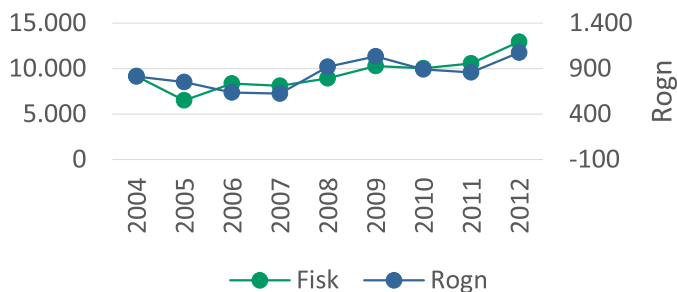
	2004	2006	2008	2010	2012
Fisk	138.395	201.894	183.041	257.961	301.063
Rogn	85.470	67.924	88.181	89.619	132.268
I alt	223.865	269.817	271.222	347.580	433.332

Stigende efterspørgsel på både fisk og rogn

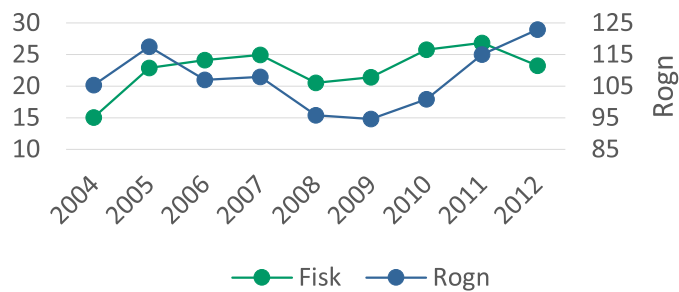
Den store stigning i indtægterne skyldes stigende produktion og højere priser. Produktionen er steget siden 2009, og de senere år har budt på solide prisstigninger på både rogn og fisk.

Den positive udvikling i priserne hænger bl.a. sammen med, at der i samme periode har været stigende priser på laks, og at der en stor efterspørgsel på rogn i bl.a. Rusland.

Afsætning



Priser



Figur 8.3: Udvikling i afsætning i tons (venstre) og priser i kr/kg (højre).

Foder og produktion af sættefisk er den største udgiftspost

Havbrug har en anderledes fordeling af driftsomkostninger end dambrug. Det skyldes primært, at der er tale om en grundlæggende anderledes produktion, hvor fiskene opdrættes i netbure, og hvor der opdrættes meget større fisk.

Tabel 8.5: Udvikling i driftsomkostninger pr. kg fisk.

	2004	2006	2008	2010	2012
Foder	6,59	7,11	9,72	8,31	9,19
Fisk	8,27	10,77	7,66	11,15	9,66
Salg/distribution	4,22	5,53	6,44	5,14	4,85
Personale	1,63	2,06	2,41	2,28	2,54
Vedligehold	1,39	1,96	2,16	2,13	2,52
Øvrige	1,02	2,29	3,13	2,78	2,35
I alt	23,13	29,72	31,50	31,79	31,12

Indkøb af sættefisk, som typisk vejer ca. 1 kg, udgør en betydelig post. Udgifter til foder er også større end hos dambrug. Det skyldes bl.a. at store fisk har en dårligere foderudnyttelse end mindre fisk, og derfor skal der bruges relativt mere foder i havbrug end i dambrug.

Havbrugene har også betydelige omkostninger til salg og distribution, bl.a. fordi sættefiskene skal transporteres fra dambrug og ud til havbrug.

I de senere år er der sket en stigning i posten øvrige, hvilket især forklares med finanskrisen og stigende renteudgifter, som følge af en større produktion. Havbrugernes driftsomkostninger pr. kg fisk er ikke steget siden 2008.

Havbrugene har gode og dårlige år

Havbrugen havde dårlige resultater i perioden 2007 til 2009, men siden da er det gået fremad. Havbrugene har i de senere år været mere profitable end dambrugene, men der er større udsving i deres fortjeneste.

Havbrugerne stiller høje krav til fortjenesten, fordi drift af havbrug er forbundet med store risici på grund af vejret, giftige alger m.v.

Tabel 8.6: Rentabilitet i havbrug

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
AG	13,4	3,4	-0,1	-1,7	17,2	19,2	14,7

Akvakultur kræver en god kassekredit

Et solidt økonomisk fundament er mest udtalt for havbrug. For det første skal der opdrættes fisk på ca. et kg i et dambrug. Det tager omkring to år. Dernæst skal fiskene vokse yderligere i ca. et år i havbruget, før de kan sælges. Det betyder, at det er nødvendigt med en god kassekredit de første tre år, fordi der er udgifter til f.eks. foder, personale og renter, men ingen indtægter fra salg af fisk og rogn. Indtægterne kommer først med en "forsinkelse" på op mod tre år.

For dambrugene er situationen lidt anderledes. Produktionstiden er kortere, typisk mindre end et år, og de kan løbende sælge deres fisk.

Sygdomme koster

Opdræt af fisk i dambrug og havbrug er forbundet med stor risiko. Sygdomme kan give et dårligt resultat. Det er især alvorligt, hvis de store fisk dør, fordi det har kostet mange penge at opdrætte dem.

Sygdomme kan også påvirke resultatet indirekte, f.eks. hvis fiskene mister ædelysten, som betyder, at de ikke vokser så meget. Derfor vaccinerer de fleste dambrug og havbrug deres fisk mod de mest alvorlige sygdomme, hvilket medfører flere udgifter til medicin, dyrlæge m.v.

Teknikken kan svigte

På modeldambrug kan der ske tekniske nedbrud, f.eks. hvis strømmen forsvinder. I et modeldambrug kan alle fisk dø inden for fem minutter, hvis de ikke får tilført ilt. Derfor er der vagt på anlæggene i alle døgnets 24 timer.

Hårdt vejr er ikke godt for havbrug

På havbrug kan fiskene slippe ud i forbindelse med storme, og de kan blive ramt af giftige alger om sommeren. Vejret udgør i det hele taget en særlig risiko for både havbrug og dambrug, fordi fiskene kan dø eller trives dårligt, hvis vandtemperaturen bliver for høj.

Spørgsmål:

1. Hvad er de væsentligste driftsudgifter ved hhv. dambrug og havbrug?
2. Hvordan påvirker en forbedret foderudnyttelse driftsøkonomien?
3. Hvilke poster i regnskabet berøres især af sygdomme?
4. Hvorfor er salgspriserne fra traditionelle dambrug højere end salgspriserne fra type 3 anlæg?
5. Sammenlign nøgletal fra akvakultur med anden husdyrproduktion.

Kapitel 9: Miljøpåvirkninger fra ferskvandsdambrug

Ferskvandsdambrug bruger vand fra åer, grundvand og nogle gange søer til produktion af fisk. Dermed påvirker de det omgivende miljø. Det kan være meget lokalt, når vandmængden f.eks. reduceres på en strækning ved en å, men det kan også være længere væk, når næringsstoffer ender i f.eks. en fjord.

Ferskvandsdambrug reguleres og kontrolleres på række måder for at reducere påvirkningen på miljøet. Kapitel 9 giver en oversigt over:

- [Påvirkninger fra ferskvandsdambrug, f.eks. dyr og planter der påvirkes mest](#)
- [Hvordan man måler påvirkningen.](#)



Klassisk dambrug omgivet af fuglenet. Foto: Lars M. Svendsen.

Fysiske og kemiske påvirkninger

Der er både fysiske og kemiske påvirkninger på miljøet fra ferskvandsdambrug. Derudover er der en enkelt direkte biologisk påvirkning, hvis der sker udslip af fisk til vandløb og søer.

Tabel 9.1: Fysiske påvirkninger fra dambrug.

Påvirkning	Årsag	Omfang
Fysiske spærringer, der begrænser vandring af arter	Stemmeværk til vandindtag	Mangelfuld passage ved 60 % af danske dambrug*
Reduceret vandføring på "døde" åstrækninger	Vandindtag til dambruget	85 % af danske dambrug Samlet 172 km vandløb*
Ændring af fysiske forhold opstrøms stemmeværk	Opstuvning af vand opstrøms stemmeværk	80 % af danske dambrug Samlet 170 km vandløb*
Ændring i temperatur	Udledning af varmt vand fra dambrug	Ukendt

*Tal stammer fra den seneste [opgørelse over dambrugenens fysiske påvirkninger](#) lavet i 2004.



Opstemning ved et mindre ferskvandsdambrug. Foto: Lars M. Svendsen.

Tabel 9.2: Kemiske påvirkninger fra dambrug ved brug af medicin- og hjælpestoffer.

Påvirkning	Anvendelse/årsag	Årlig udledning eller forbrug 2013
Udledning af organisk stof	Foderrester og afføring fra fisk	1.464 tons BI ₅ *
Udledning af næringsstoffer fosfor (P), kvælstof (N)	Foderrester og afføring fra fisk	634 tons N 55 tons P
Medicin:		
Sulfadiazin/trimetopim	Mod rødmundsyge og furunkulose	1467 kg
Oxolinsyre	Mod rødmundsyge og furunkulose	387 kg

Oxytetracylin	Mod yngel-dødelighedssyndrom	15 kg
Florfenicol	Mod yngel-dødelighedssyndrom	162 kg
Amoxicillin	Mod yngel-dødelighedssyndrom	9 kg
Hjælpestoffer:		
Formalin 37 %	Desinfektion og mod parasitter	271.022 l
Kloramin-T	Desinfektion af yngeldamme/ sygdomsbekæmpelse	1.373kg
Kaliumpermanganat	Mod skimmelsvamp og parasitter	Bruges ikke mere
Brintoverilte**	Desinfektion og mod parasitter	12.808 l
Blåsten (CuSO ₄)	Desinfektion og mod parasitter	2.200 kg
Kobberklorid	Mod fiskeigler	Bruges ikke mere
Jodofor	Desinfektion og mod skimmelsvamp	Registreres ikke
Kobbersulfat	Mod fiskeparasitter	?
Pereddikesyre	Desinfektion og mod parasitter	2.420 kg
Iod	Desinfektion af damme og udstyr	Bruges ikke mere
Salt	Mod sygdomme og parasitter	468.588 kg
Hydratkalk	Justering af vandets pH	760 tons
Syre og base	Justering af pH og mod parasitter	Saltsyre: 200 kg
Ilt	Justering af vandets iltindhold	Registreres ikke
CO ₂	Energiforbruget på dambrugene	Ca. 1,3 kg CO ₂ pr. kg produceret fisk

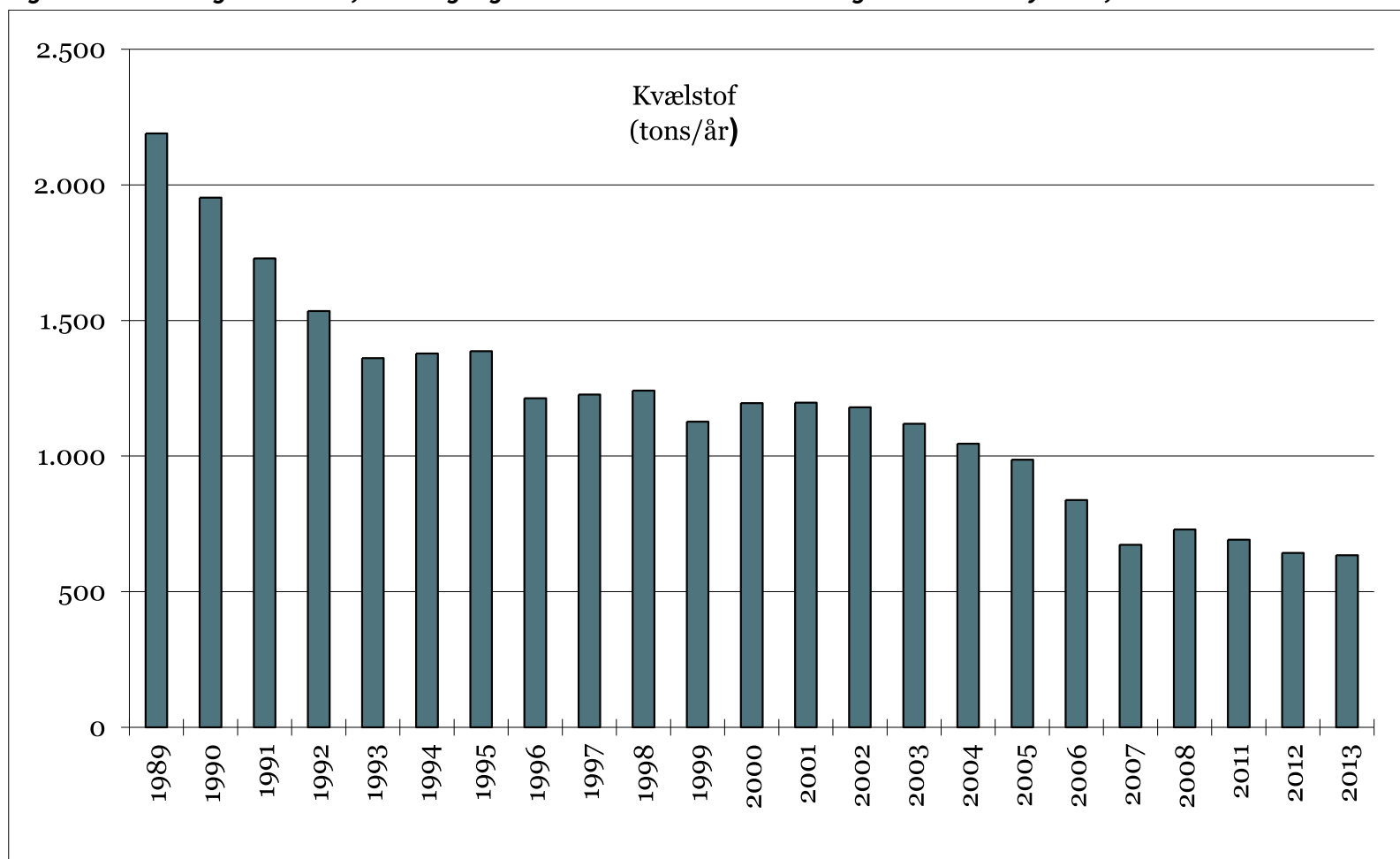
Kilde: Naturstyrelsen.

*BI₅ er et mål for indhold af organisk stof i en vandprøve og viser iltforbruget ved mikrobiel nedbrydning af prøve over fem døgn.

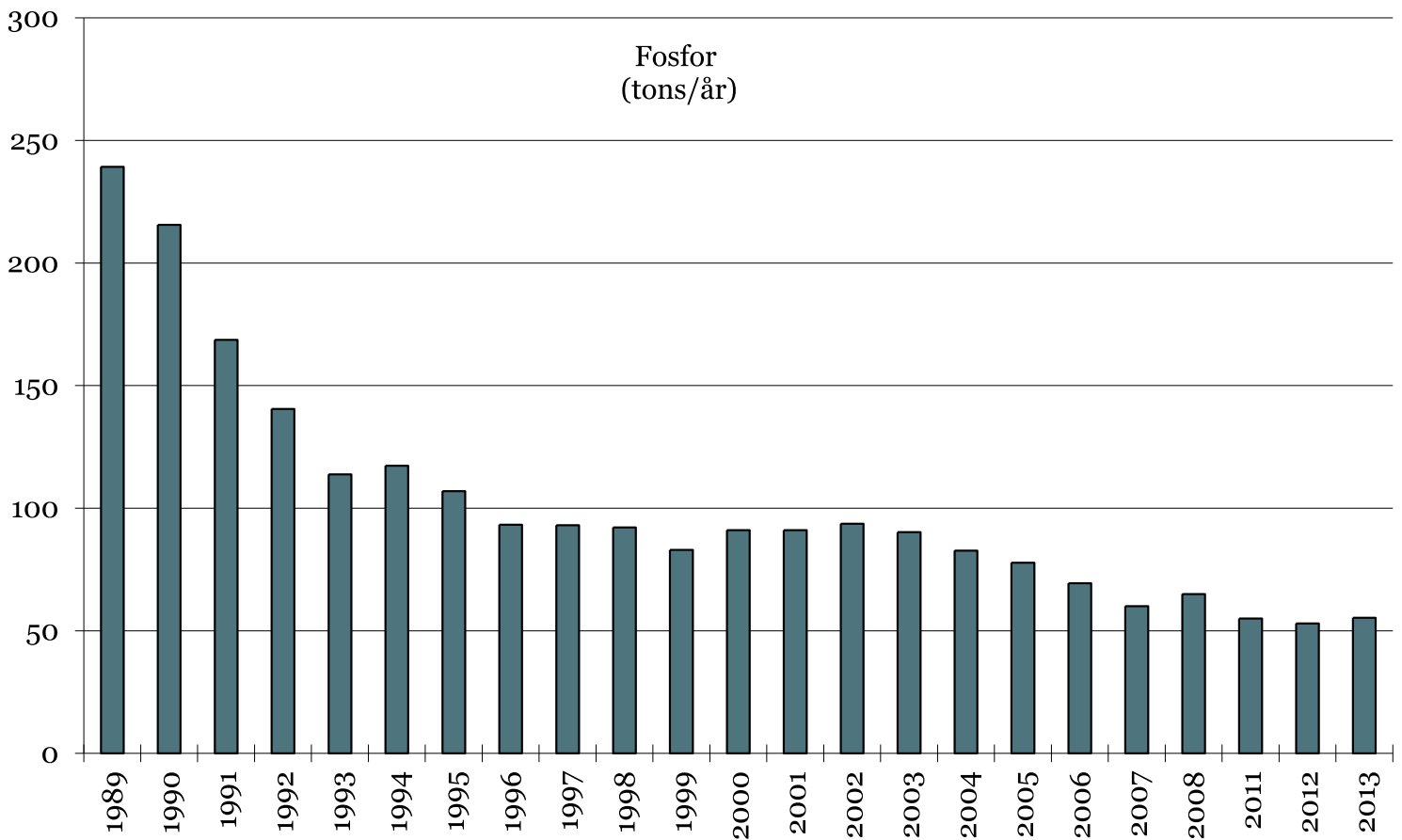
**Samlet for forskellige brintoverilteprodukter med forskellig koncentration.

Udledningerne af kvælstof, fosfor og organisk stof er faldet med op til 77 % fra 1989 til 2013. I samme periode faldt forbruget af foder kun med 24 %. Se figur 9.1 og tabel 9.3.

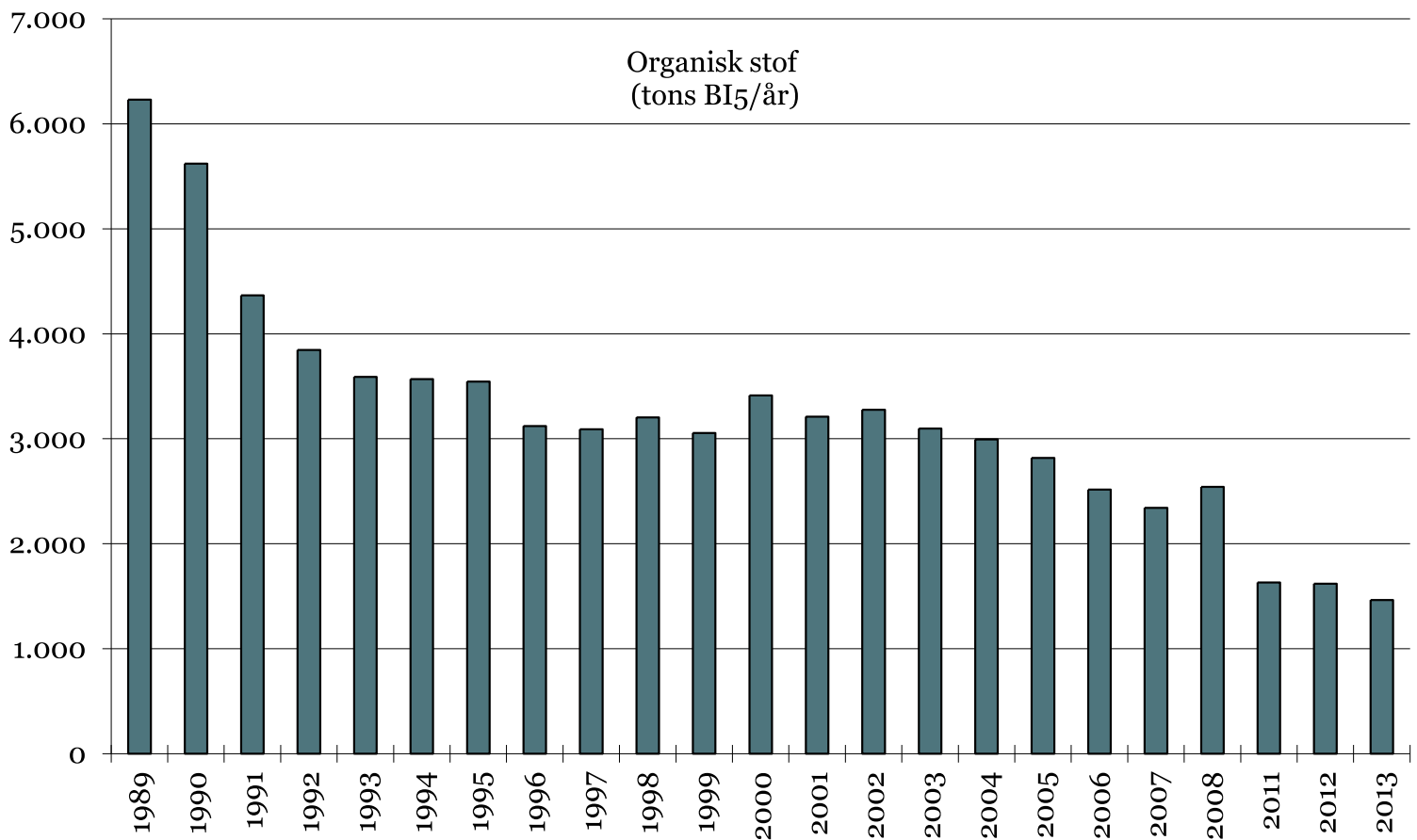
Figur 9.1: Udledning af kvælstof, fosfor og organisk stof fra ferskvandsdambrug. Kilde: Naturstyrelsen, 2014.



Fosfor
(tons/år)



Organisk stof
(tons BI₅/år)



Tabel 9.3: Foderforbrug og fisk produceret i ferskvandsdambrug.

År	Antal dambrug	Foderforbrug/tons	Fiskeproduktion/tons
1989	510	43.000	34.000
2001	380	31.000	29.000
2013	216	26.000	25.000

Hvordan måles påvirkninger fra dambrug?

Miljøtilstanden i ferskvand måles ved at undersøge, hvilke dyr og planter der lever i vandet. Ofte sammenlignes miljøtilstanden opstrøms og nedstrøms dambrug. De fleste ferskvandsdambrug er placeret ved åer og her bestemmer EU's Vandrammedirektiv, hvilke organismer der bruges til at måle miljøtilstanden:

- [Fisk](#)
- [Smådyr](#)
- [Planter](#)
- [Bundlevende alger.](#)



Stor algevækst i en sø, som er kraftigt belastet af næringsstoffer. Foto: Lars M. Svendsen.

Fisk

Der findes 42 arter af ferskvandsfisk i Danmark, hvoraf de fleste forekommer i vandløb. Nogle fiskearter er meget sårbare overfor ændringer i miljøet, mens andre kan tåle både fysiske og kemiske påvirkninger. Det kan bruges i miljøvurderingen, da der i et meget påvirket vandløb vil være flest arter, der kan tåle ændringer i miljøet.

Laksen er et eksempel på en fisk, der er følsom for ændringer i miljøet. Den kræver iltrigt vand og gode fysiske forhold, bl.a. muligheder for skjul og god strøm. Den har også en speciel livscyklus, hvor den tilbringer det voksne liv i havet og vandrer til ferskvand, når den skal yngle. Derfor er laks sårbare overfor spærringer, der begrænser eller hindrer vandringen – både de voksne og ynglen.



En laks fanget i et dansk vandløb. Foto: Lars M. Svendsen.

Smådyr

Der er ca. 700-800 arter af smådyr i danske vandløb. De er fordelt på en lang række forskellige grupper. Nogle af de mest kendte grupper er:

- Insekter (bl.a. døgnfluer, slørvinger, vårfluer, guldsmede og biller)
- Krebsdyr (bl.a. tanglopper)
- Snegle og muslinger
- Orme
- Iglar.

Nogle af smådyrene stiller store krav til vandkvaliteten og er derfor sårbare overfor ændringer i miljøet. Derfor bruges de til at bedømme miljøkvaliteten i vandløb.



Pragtvandnymfe, hvis larve lever i vandløb. Foto: Lars M. Svendsen.

Planter

Planter udgør en meget synlig del af vandløbenes liv og er med til at forme, hvordan vandløbene ser ud. Planterne er skjulesteder for fisk og smådyr og skaber variation i vandets strømninger.

Ligesom for smådyr og fisk er nogle plantearter særligt følsomme overfor menneskelige påvirkninger. Derfor kan de også bruges til at bedømme miljøet i vandet.



Planter er meget synlige i vandløb og vigtige levesteder for både fisk og smådyr. Foto: Lars M. Svendsen.

Bundlevende alger

Bundlevende alger er svære at se. De vokser i vandløb på faste overflader som sten, grus, træstykker, plantestængler og blade. Der findes mange forskellige arter, hvoraf nogle er særligt følsomme overfor især næringsstoffer i vandet.

Ved at undersøge de arter, der findes i vandløbene, kan algerne også bruges til at bedømme vandkvaliteten.



Bentiske alger vokser bl.a. på hårde overflader i vandløbet. Foto: Lars M. Svendsen.

Hvad betyder de forskellige påvirkninger for miljøet?

Påvirkningerne har en række konsekvenser for miljøet omkring dambrugene. Nogle har kun betydning lokalt, mens andre kan påvirke miljøet længere væk. Nogle betyder, at dyr og planter dør, mens andre kun har indirekte betydning for dyre- og plantelivet.

Tabel 9.4: De vigtigste påvirkninger af vandmiljøet fra ferskvandsdambrug, både direkte dødelige og ikke-dødelige påvirkninger.

	Fisk	Smådyr	Planter	Bundlevende alger	Mikro-organismer	Fjern-recipient
Hyppig påvirkningstype						
Organisk stof	†	†††	††	††		
Direkte dødelig	×	×××	×	×		×
Ikke-dødelig						

Næringsstoffer (kvælstof og fosfor)						
Direkte dødelig (Ammonium)	††	††	(†) ×	(†) ××		×××
Ikke-dødelig						
Spærringer						
Direkte dødelig	†	(†)				
Ikke-dødelig	×××	×				
Døde åstrækninger						
Direkte dødelig	×	×	×	×		
Ikke-dødelig						
Opstuvning						
Direkte dødelig	×	×	×	×		
Ikke-dødelig						
Mindre hyppig påvirkningstype						
Øget temperatur						
Direkte dødelig	××	××	×	×		
Ikke-dødelig						
Mediciner						
Direkte dødelig					×	
Ikke-dødelig						
Hjælpestoffer						
Direkte dødelig	†	†	(†)	(†)		
Ikke-dødelig	×	×	×	×	×	
Nedsat ilt						
Direkte dødelig	†	†††	†	†		
Ikke-dødelig	××	××	×	×		
Salt						

Direkte dødelig	†	††	†	†		
Ikke-dødelig	x	xx	x	x		
Udslip af fisk	†	†				
Direkte dødelig	x	x				
Ikke-dødelig						

† angiver i hvor høj grad konsekvenserne er direkte dødelige. x angiver de ikke-dødelige konsekvenser.

Udledning af organisk stof

Dambrug udleder organisk stof fra bl.a. ekskrementer og foderrester fra fisk. Det udledte stof nedbrydes af bakterier i vandløbet.

Organisk stof + O₂ → biomasse (slam) + CO₂ + H₂O

Det kan medføre iltmangel, da nedbrydningen bruger ilt. Særligt smådyr er sårbare overfor nedsat ilt, da de ikke i samme grad som fiskene kan slippe væk fra området og dermed risikerer at dø.

Det organiske stof kan også ligge som et sort lag slam over bunden og på planterne. Det betyder, at planterne og algerne på bunden ikke trives, og i værste fald dør de. Det er som regel værst tæt på dambruget, fordi mængden af ilt stiger længere nedstrøms dambruget, når det organiske stof er omsat.

Udledning af organisk stof kan også have andre konsekvenser:

- Der bliver flere smådyrsarter, som lever af organisk stof eller trives ved lavt iltindhold. De vil dermed fortrænge andre arter.
- Større mængde næringsstoffer i søer, fjorde og hav nedstrøms dambruget.



Organisk stof opsamlet i en plantelagune. Foto: Lars M. Svendsen.

Udledning af næringsstoffer

Ferskvandsdambrug udleder kvælstof (N) og fosfor (P), som primært kommer fra fiskenes afføring, foderrester og fra det vand, dambruget tager ind til produktionen.

Udledning af kvælstof og fosfor kan have en række negative effekter på vandmiljøet. Det er næringsstoffer, som bruges af planter og alger i produktionen af organisk stof. En øget koncentration af kvælstof og fosfor i vandmiljøet kan derfor betyde flere planter og alger.

I søer, fjorde og hav medfører det, at vandet bliver uklart. I perioder med meget høj algevækst kan vandet blive grøn som ærtesuppe. Når vandet bliver uklart har det, særligt i søer, stor betydning for, hvilke arter der klarer sig bedst. Dyr, der bruger synet når de jager bytte, vil f.eks. få dårligere vilkår i det uklare vand.

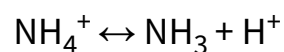
Algevæksten betyder også, at der drysser mange døde alger ned på bunden af f.eks. søen eller fjorden. Her bliver de nedbrudt af bakterier, og denne proces forbruger ilt i bundvandet, så der opstår iltfrie områder ved bunden. Bunddyrene vil derfor enten fortrække fra disse områder eller dø af iltmangel. Ved kyster og fjorde betyder uklart vand, at der bliver mindre ålegræs eller det helt forsvinder.

De næringsstoffer, der udledes fra dambrug, påvirker først og fremmest miljøet relativt langt væk fra dambruget – undtaget er de dambrug, der udleder direkte til søer. Men flere næringsstoffer i vandløbet har dog også effekt på planterne og de bundlevende alger i vandløbet.

Ammoniak er gift for fisk og smådyr

Udledning af ammonium kan betyde, at dyr og planter dør i vandløbet. Det kan ske på to måder. For det første nedbrydes ammonium (NH_4^+) til nitrat (NO_3^-) under forbrug af ilt, og det kan betyde mindre ilt i vandløbet ([se kapitel 2](#)).

Det er dog ikke sandsynligt, at det vil forekomme under normale forhold, da de bakterier, der nedbryder NH_4^+ , vokser langsomt og kun findes i lille antal i bunden af vandløbet. Derimod er det mere sandsynligt, at udledningen kan have dødelig virkning på dyrelivet, når ammonium omdannes til ammoniak, NH_3 . Processen afhænger af pH og temperatur:



Jo højere pH og temperatur, jo mere forskydes ligevægten mod ammoniak, der er en stærk gift for både fisk og smådyr. Det sker dog først og fremmest tæt på dambruget, da mængden af ammoniak aftager nedstrøms dambruget på grund af fortynding.

Spærringer

Spærringer begrænser vandring af arter. De opstår i forbindelse med dambrugenes vandindtag, fordi traditionelle dambrug ved åer typisk har et stemmeværk, en betondæmning, placeret opstrøms for dambruget.

Formålet med stemmeværket er, at hæve vandstanden i åen, så vandet kan løbe ind i dambruget uden brug af pumper. Det er dog ikke alle dambrug, der har et stemmeværk som påvirker arternes vandring, og ved nogle dambrug er der ikke stemmeværk. Her pumpes vandet enten ind fra vandløbet, eller der bruges grundvand.



Stemmeværk, der opstemmer vandet i den øvre Karup Å. Foto: Lars M. Svendsen.

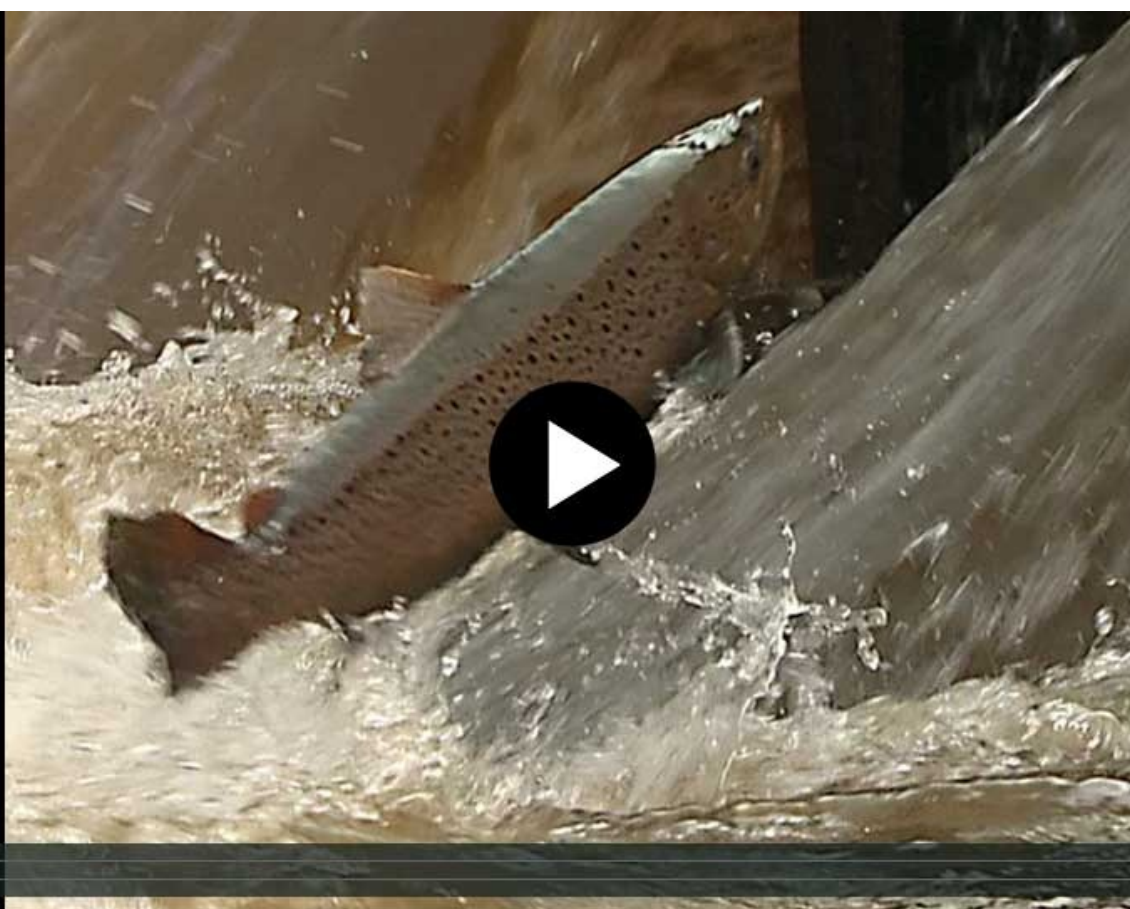


Bruges grundvand kan der være behov for at fjerne jern (okker) eller tilsætte kalk for at hæve pH. Foto: Lars M. Svendsen.

Fisk, der vandrer på langs af vandløb, bliver påvirket af spærringer. Størst betydning har det for de fisk, der vandrer mellem ferskvand og saltvand som en del af deres livscyklus. Det er f.eks.:

- Laks
- Ørred
- Hav- og flodlampret
- Ål

Laks, ørred og lampretter lever som voksne i havet og vandrer op i vandløbene for at gyde. Spærringer kan derfor begrænse adgangen til gydeområder og betyde, at fiskene fuldstændigt forsvinder i vandløbet. Ofte vil fiskene samles nedenfor spærringer og forsøge at springe over – hvilket kan betyde skader og døde fisk.



Se springende laks ved det nu nedlagte Sig Dambrugs stemmeværk på www.vimeo.com/8955210. Foto: Lars M. Svendsen.

Ved dambrugenes stemmeværk er der ofte en fisketrappe, et ålepas eller et omløbsstryg, så fiskene kan passere spærringen mod strømmen.



Fisketrappe ved Klostermøllen i Gudenaåen. Foto: Lars M. Svendsen.

Fisketrapperne virker dog sjældent ret godt og anbefales ikke længere, da kun meget stærke svømmere kan komme igennem.

Omløbsstryg virker nogle steder bedre, men der er ofte problemer med, at fiskene ikke kan finde omløbet. Dermed kan de blive meget forsinket på deres vandring.

Ålepas virker generelt fint, da ål ikke stiller de store krav til udformningen af passagen. De kan ofte komme forbi de fleste spærringer, nogle gange ved at kravle over land i fugtigt vejr.



Stemmevæk med ålepas til højre. Det består i dette tilfælde af et stålgiitter med materiale i. Opstrøms vandrende glasål kan derved kravle over stemmeværket. Foto: Lars M. Svendsen.

Også problemer nedstrøms

Spærringer ved dambrug kan også skabe problemer for arter, der vandrer nedstrøms i vandløbene. Ynglen fra de fiskearter, der lever i både ferskvand og saltvand, vandrer efter 1-2 år i ferskvand mod havet. Ynglen af laks og ørred, der vandrer mod havet, kaldes smolt.



Smolt, som kendes på sit blanke udseende. Foto: Lars M. Svendsen.

Spærringen kan være lavet, så fiskene helt stoppes, når de vandrer, men tit bliver de bare forsinkede. Det skyldes, at de har svært ved at finde den rigtige vej rundt om spærringen – f.eks. gennem et omløbsstryg. For smolt er det særligt kritisk, da de kun har et begrænset tidsrum til de nødvendige fysiologiske ændringer, der skal til for at klare overgangen fra ferskvand til saltvand.

I nogle tilfælde kan dambrugsspærringer betyde flere døde fisk nedstrøms. Det sker, hvis en del af fiskene kommer med vandet ind på dambruget og bliver spist af dambrugsfisken. En undersøgelse af 38 dambrugsspærringer, viste at 42 % af de smolt, der vandrede nedstrøms blev spist i dambrugene. Derfor skal vandindtaget have en rist for at forhindre, at fiskene kommer ind på dambruget.

[Hent dokument om nedstrøms vandringer og opstemning](#)

Smådyr kan også blive ført med vandet ind på dambrugene og blive spist af fiskene. Der er også lavet forsøg med riste for smådyr, men tabet af smådyr er begrænset, og det er derfor ikke et krav med denne type rist. [Læs om smådyrfaunaens passage ved dambrugsspærringer.](#)



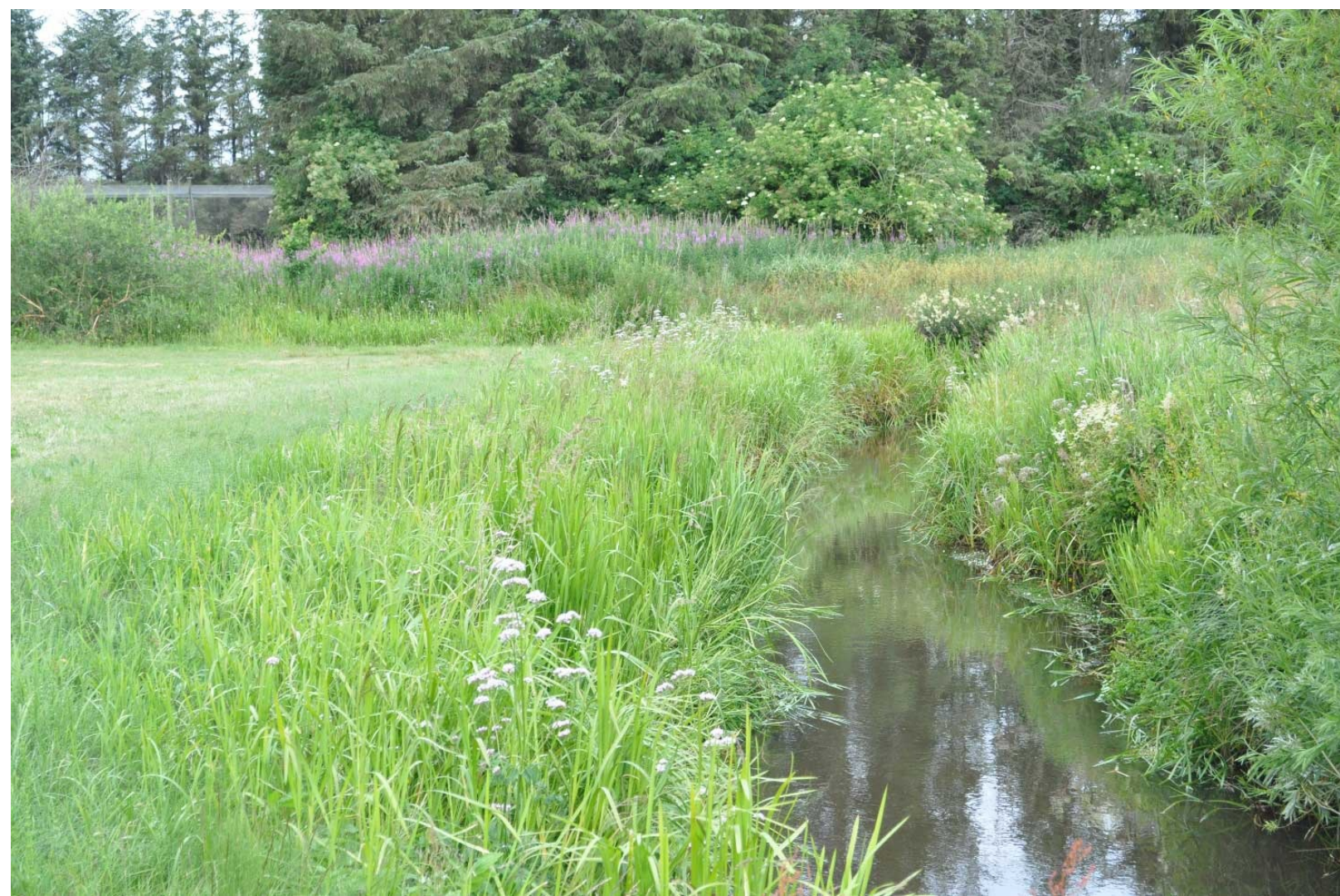
Faararist ved Løjstrup Dambrug. Risten forhindrer små fisk i at svømme ind på dambruget. Foto: Lars M. Svendsen.

Døde åstrækninger

Ferskvandsdambrug, der tager åvand ind enten via stemmeværk eller pumper, leder en del af åens vand ind gennem dambruget. Efter dambruget ledes vandet tilbage til åen. Det medfører, at der er mindre vand på en del af åen.

Det kan have stor betydning for dyr og planter, hvis en stor del af åens vand indtages og de fysiske forhold ændres:

- Vanddybden bliver mindre
- Vandhastigheden sænkes
- Bunden bliver mere blød
- Temperaturen stiger om sommeren
- Iltmængden falder.



Død strækning ved dambrug i Karup Å. Dambruget kan anes øverst i billedet. Vandløbet var oprindeligt over dobbelt så bredt. Foto: Lars M. Svendsen.

De ændrede forhold på de døde strækninger har særligt betydning for de arter, der kræver rent og iltrigt vand. Når vandet bliver mere stillestående, sker der nemlig mindre udveksling med luften og derved mindre iltning af vandet. Temperaturen forstærker den effekt, fordi vandets evne til at indeholde ilt falder, jo varmere vandet er.

Der bliver færre og færre døde strækninger i de danske vandløb, fordi ferskvandsdambrug med ny teknologi anvender mindre eller slet intet åvand.

Opstuvning

Opstuvning kan også ændre de fysiske forhold i vandløbet opstrøms ferskvandsdambrugenes stemmeværker. Ændringerne minder meget om dem, der sker på de døde strækninger af en å – dog stiger vanddybden typisk.



Opstuvningszone opstrøms stemmeværk, hvor vandet er meget dybt og stillestående. Foto: Lars M. Svendsen.

Højere temperatur

Ferskvandsdambrug har et større overfladeareal end vandløbet, især hvis der er større plantelaguner. Det betyder, at vandet kan varmes ekstra op om sommeren. Desuden afgiver fiskene varme og medvirker til yderligere opvarmning af vandet.

Hvis dambruget udleder vand med en højere temperatur end i indløbet, kan det påvirke vandløbet nedstrøms dambruget:

- Iltindholdet falder, fordi varmt vand indeholder mindre ilt end koldt vand.
- Koldtvandsarter påvirkes – f.eks. ørred og slørvinger.

Medicin

Medicin i ferskvandsdambrug er målrettet mod bakterier. Derfor er der meget lille risiko for direkte negative effekter på fisk, smådyr og planter i vandløbet. Men undersøgelser viser, at bakterierne i vandløbet og på dambruget kan blive resistente overfor antibiotika.

[I denne undersøgelse](#) blev der fundet flere resistente bakterier ved udløbet end ved indløbet til dambrugene. Der kunne dog ikke påvises en direkte sammenhæng mellem forbrug af medicin og graden af resistens. Det skyldes, at der er andre faktorer end medicinforbruget, der påvirker antallet af resistente bakterier.



Hjælpestoffer til desinfektion og bekæmpelse af parasitter

Hjælpestofferne, som bruges til desinfektion af damme og udstyr og til at bekæmpe parasitter, kan betyde, at dyr og planter dør i vandløbet. F.eks. hvis der udledes en stor mængde ved et uheld. Der er dog altid tale om en meget lokal effekt, da hjælpestofferne hurtigt fortyndes, omsættes af bakterier eller fordamper.

Døde planter og dyr forekommer dog kun, hvis koncentrationen af hjælpestoffer er høj nok. Ved lavere koncentrationer kan der ske:

- Nedsat vækst hos smådyr og fisk
- Ophobning gennem fødekæder.



Nedsat iltindhold

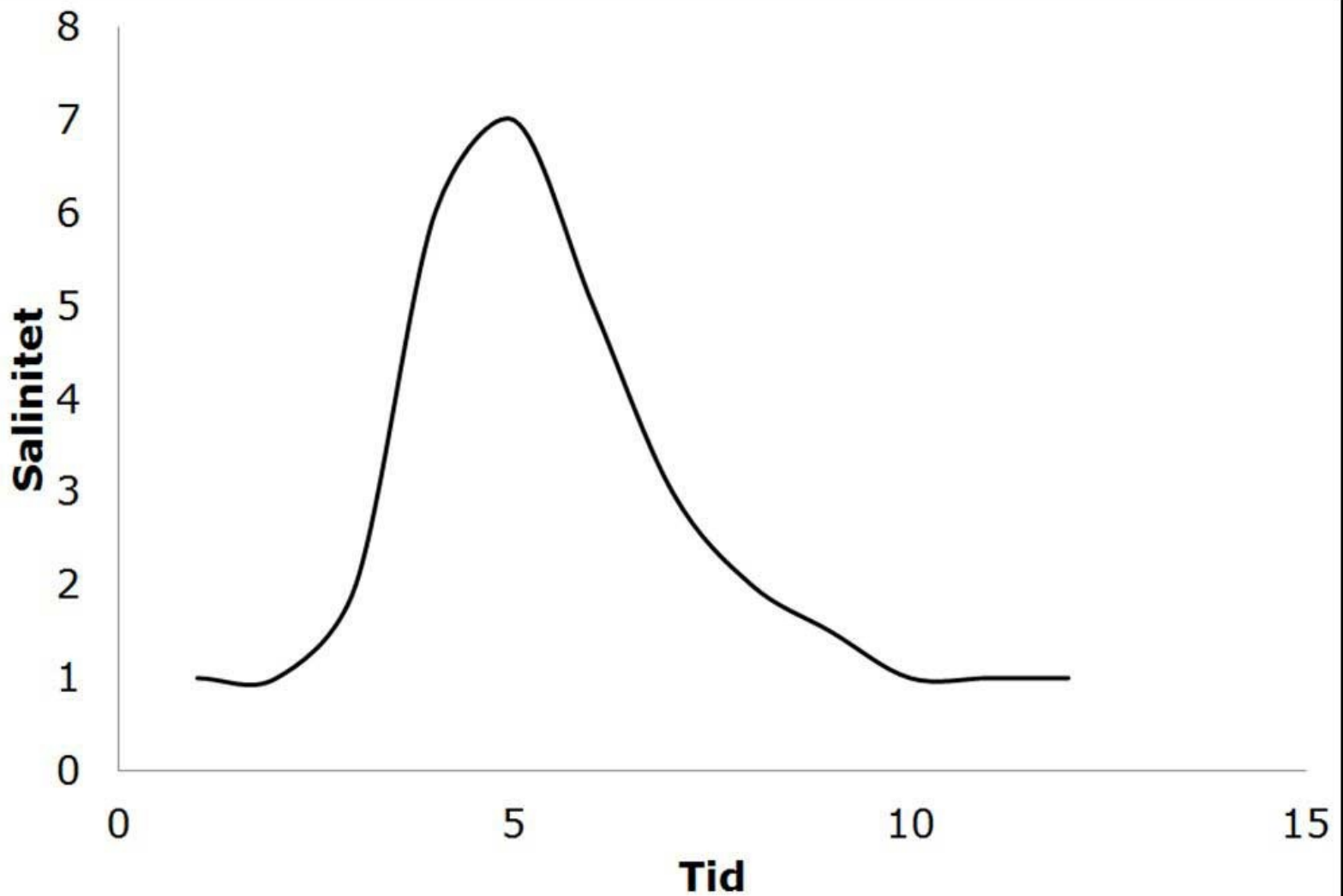
På et dambrug forbruges ilten af fisk og bakterier. Hvis vandet ikke iltes tilstrækkeligt, inden det ledes ud til vandløbet igen, kan det medføre, at dyr og planter enten dør eller får dårlige levevilkår. Lange perioder med lavt indhold kan nedsætte væksten hos nogle arter. Andre arter vil fjerne sig fra området.



Iltning af afløbsvand fra dambrug, inden det ledes i åen. Foto: Lars M. Svendsen.

Saltindhold - salinitet

Udledning af salt fra ferskvandsdambrug sker typisk som en kortvarig stigning af vandets indhold af salt – en såkaldt puls. Effekten er derfor både meget lokal og varer kort tid, da saliniteten, hurtigt falder pga. fortynding i vandløbet.



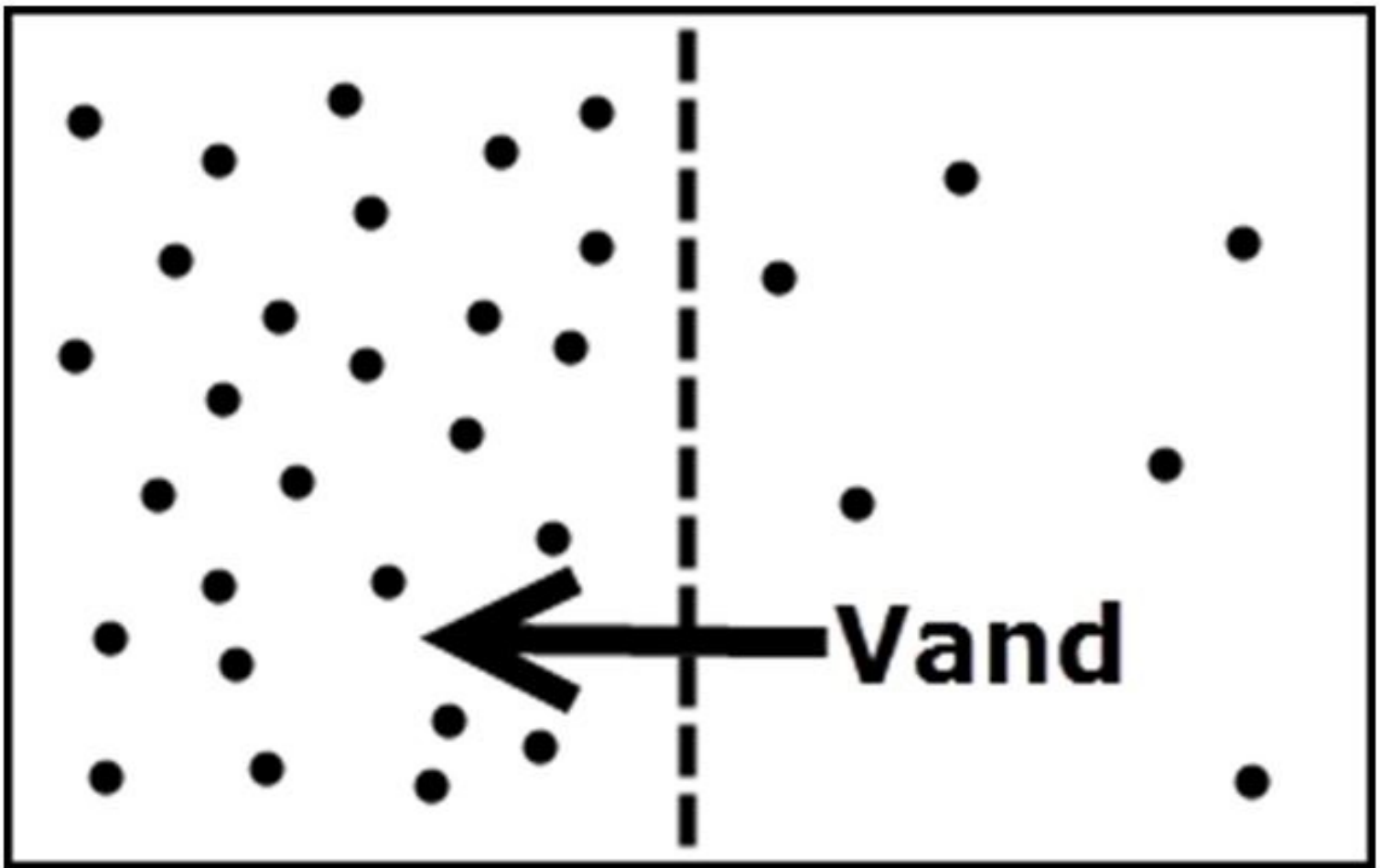
Figur 9.2: Forløb af en saltpuls over tid i et vandløb.

Et højt saltindhold er en trussel mod dyr og planters osmotiske regulering. Det kan betyde, at dyrene bliver stressede og dør af dehydrering. Forsøg har vist, at nogle smådyrsarter dør ved forhøjet salinitet, mens fisk, planter og alger er relative robuste overfor denne påvirkning og først dør ved meget høj salinitet.

Faktaboks:

Alle dyr skal opretholde en konstant mængde af salt og vand i kroppen for at den kan fungere optimalt. Hos dyr, der lever i vand, er dyrenes blod og det omgivende vand kun adskilt af et tyndt celledag. Hos de fleste dyr kan vand trænge gennem dette celledag – de er altså utætte.

Når to opløsninger med forskellige saltkoncentrationer er i kontakt med hinanden, vil der ske en passiv transport af vand fra opløsningen med den laveste koncentration til den med den højeste koncentration. Vandet forsøger med denne bevægelse at udligne forskellene i saltkoncentration og denne bevægelse kaldes **osmose**.



Figur 9.3: Eksempel på osmose - vandbevægelse fra den laveste saltkoncentration til den højeste

I ferskvand er koncentrationen af salt meget højere inde i dyrene end i det omgivende vand. Der trænger derfor hele tiden vand ind i kroppen på dyrene. Dette vand udskilles via en meget fortyndet urin – en del af dyrenes **osmotiske regulering**.

Hvis saltkoncentrationen øges i ferskvand f.eks. af salt fra et dambrug, ændres der samtidigt på salt/vand balancen mellem dyret og det omgivende vand - dyret oplever **osmotisk stress**.

Forskellen i saltkoncentrationen mellem dyret og det omgivende vand bliver mindre, og hvis udledningen af salt er tilpas stor, vil koncentrationen i det omgivende vand overstige den i dyret. Det medfører, at vandets bevægelse gennem osmose bliver modsat. Vandet trænger ud af dyret, som risikerer at dø af dehydrering.

I ferskvand er koncentrationen af salt meget højere inde i dyrene end i det omgivende vand. Der trænger derfor hele tiden vand ind i kroppen på dyrene. Dette vand udskilles via en meget fortyndet urin – en del af dyrenes **osmotiske regulering**.

Hvis saltkoncentrationen øges i ferskvand f.eks. af salt fra et dambrug, ændres der samtidigt på salt/vand balancen mellem dyret og det omgivende vand - dyret oplever **osmotisk stress**.

Forskellen i saltkoncentrationen mellem dyret og det omgivende vand bliver mindre, og hvis udledningen af salt er tilpas stor, vil koncentrationen i det omgivende vand overstige den i dyret. Det medfører, at vandets bevægelse gennem osmose bliver modsat. Vandet trænger ud af dyret, som risikerer at dø af dehydrering.

En anden konsekvens af højt saltindhold ses hos smådyrene. De går i drift, når de fornemmer, at saltindholdet stiger. Det vil sige, at de lader sig drive med strømmen for at slippe væk.

Gentagende saltpulse nedstrøms et dambrug kan derfor have negativ betydning for smådyrene. De negative konsekvenser kan forværres, hvis temperaturen samtidigt stiger.

Årsagen til synergieffekten mellem salinitet og temperatur skyldes:

- Større energiforbrug, når temperaturen stiger.
- Vand og salte trænger lettere gennem celler ved høj temperatur, så den osmotiske regulering bliver vanskelig.
- Iltindholdet i vandet falder, hvis temperaturen stiger.



Der tilsættes både kalk og salt til vandet på et dambrug. Foto: Lars M. Svendsen.

Udslip af fisk

Regnbueørreden hører ikke naturligt hjemme i Danmark. Ferskvandsdambrug opdrætter typisk regnbueørred, og hvis der slipper fisk ud betyder det, at faunaen bliver forurennet.

Ved store udslip kan regnbueørrederne udgøre en trussel mod de lokale fiskearter, fordi de spiser småfisk, og fordi konkurrencen om byttet stiger. Hvis det sker, forsøger man at fange flest mulig af de undslupne fisk.

Flere faktorer er afgørende for miljøet

Der er en lang række faktorer som påvirker miljøet i et vandløb. De fysiske forhold, f.eks. strøm, bundforhold og vandløbets udformning, betyder meget. Forholdene i mange vandløb er ændret af mennesker, og vandmiljøet påvirkes desuden af spildevand fra boliger, industri, landbrug og dambrug. Det betyder alt i alt et dårligere miljø.

Et vandløb med gode fysiske forhold karakteriseres blandt andet ved at have:

- Et naturligt og slynget forløb
- Stor variation i strømmen
- Varierede bundforhold
- Forskellig vanddybde.

I et godt vandløb er der mange steder, hvor dyr og planter kan leve, og det er afgørende for det gode miljø. Et naturligt vandløb renses sig selv, er hurtigere til at omsætte organisk stof fra udledninger og har som regel et rigere dyreliv.

Forskel på små og store vandløb

Langt de fleste danske vandløb er små med en bredde mindre end 2 m, men der findes også en del, som er større. Størrelsen har stor betydning for, hvor følsomt miljøet er overfor de forskellige påvirkninger. Der er mere vand i et stort vandløb, og derfor bliver f.eks. 100 kg udledt fosfor fra dambruget hurtigere fortyndet end i et lille vandløb.

Dambrug ved små vandløb vil udlede en større andel af den samlede belastning i vandløbet, når alle kilder tages i betragtning. Påvirkningerne i en evt. død åstrækning vil også blive større i små vandløb, da dambrug ved små vandløb indtager en forholdsmæssig større andel af vandet end dambrug ved store vandløb.



Et varieret vandløb med gode fysiske forhold. Foto: Lars M. Svendsen.



Vandløb med dårlige fysiske forhold. Foto: Lars M. Svendsen.

Kombinationen af ammonium og ilt er et andet eksempel på en forværring af vandmiljøet. Hvis der udledes ammonium fra dambrug, og vandet har et lavt indhold af ilt kan virkningen af ammoniak have alvorlige følger for fiskene. Den optages over gællerne, og ved lave iltkoncentrationer har fiskene behov for at lade mere vand passere over gællerne. På den måde får de mere ammoniak ind i kroppen. Hvis der samtidigt udledes varmt vand med høj pH, bliver ammoniakkoncentrationen endnu højere.

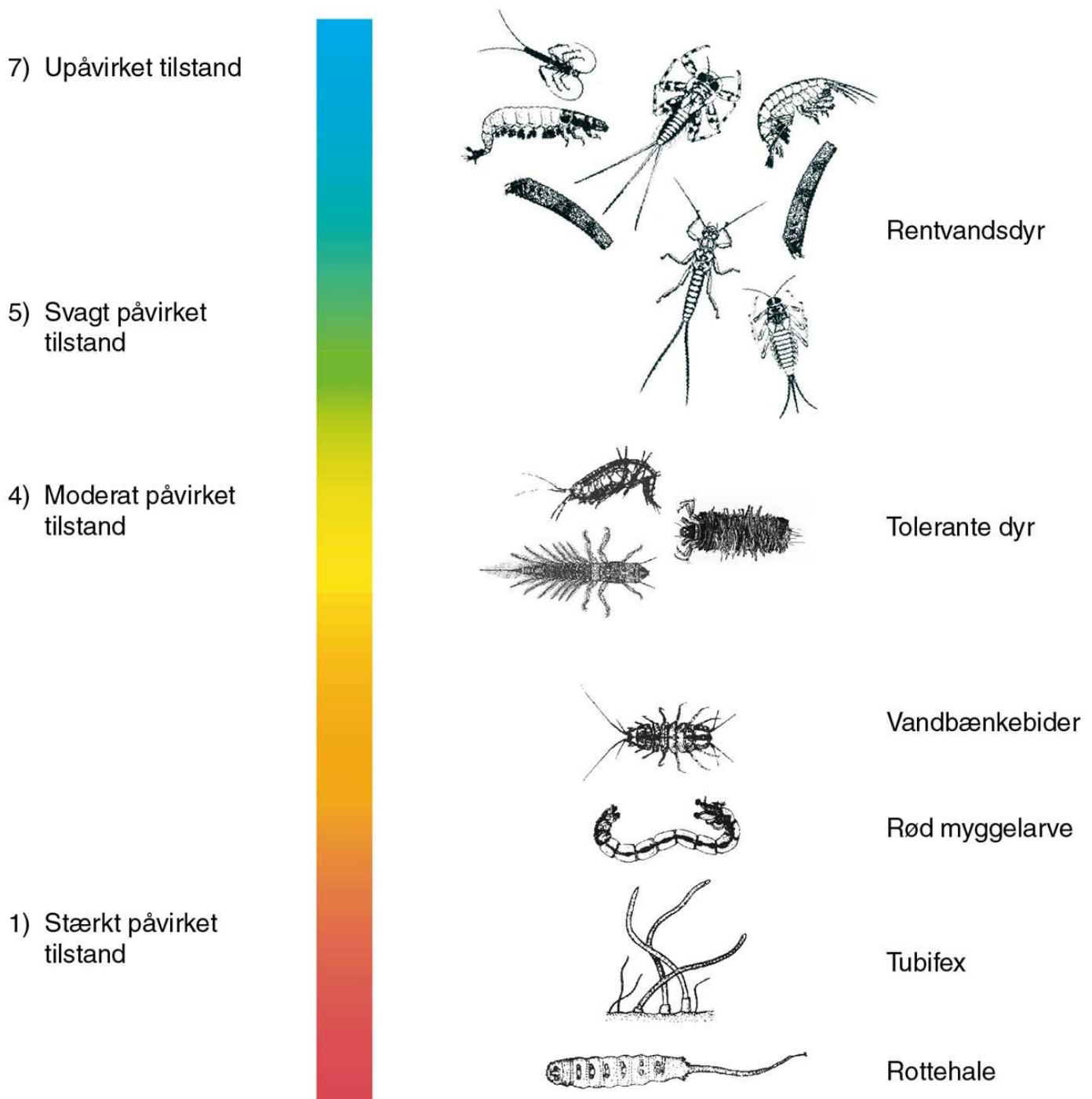
Biologisk vurdering af miljøet

Faktaboks:

I Danmark bruges "Dansk Vandløbsfaunaindeks- DVFI" til bedømmelse af miljøet vha. smådyr. [En prøve indsamles fra vandløbets bund](#), så man kan sammenligne tilstanden fra forskellige vandløb. Prøven tages til et laboratorie, hvor arterne bestemmes, og tilstanden beskrives på

en skala fra 1 til 7. Tilstand 7 betyder, at vandløbet er helt upåvirket. Er tilstanden derimod 1, er vandløbet stærkt forurenet og der findes kun arter, der kan trives i beskidt og iltfattigt vand.

[Læs mere her](#)



Figur 9.4: Eksempler på små dyr, der er typiske ved forskellige miljøtilstande.

Planter

Nogle planter er særligt følsomme og forsvinder, hvis miljøet i vandløbet er dårligt. Planterne er især påvirket af grødeskæring, mange næringsstoffer, lavt iltindhold og eller sænkning i vandstanden.

I Danmark anvendes en metode der hedder "Dansk Vandløbsplanteindeks – DVPI" til bedømmelse af miljøkvaliteten med planter. [Læs mere om DVPI.](#)

Bundlevende alger

Er særligt følsomme overfor ændringer i vandets indhold af næringsstoffer. Der er ingen officiel metode, der bruger bundlevende alger til bedømmelse af miljøkvaliteten i vandløb, men et dansk indeks er under udvikling.

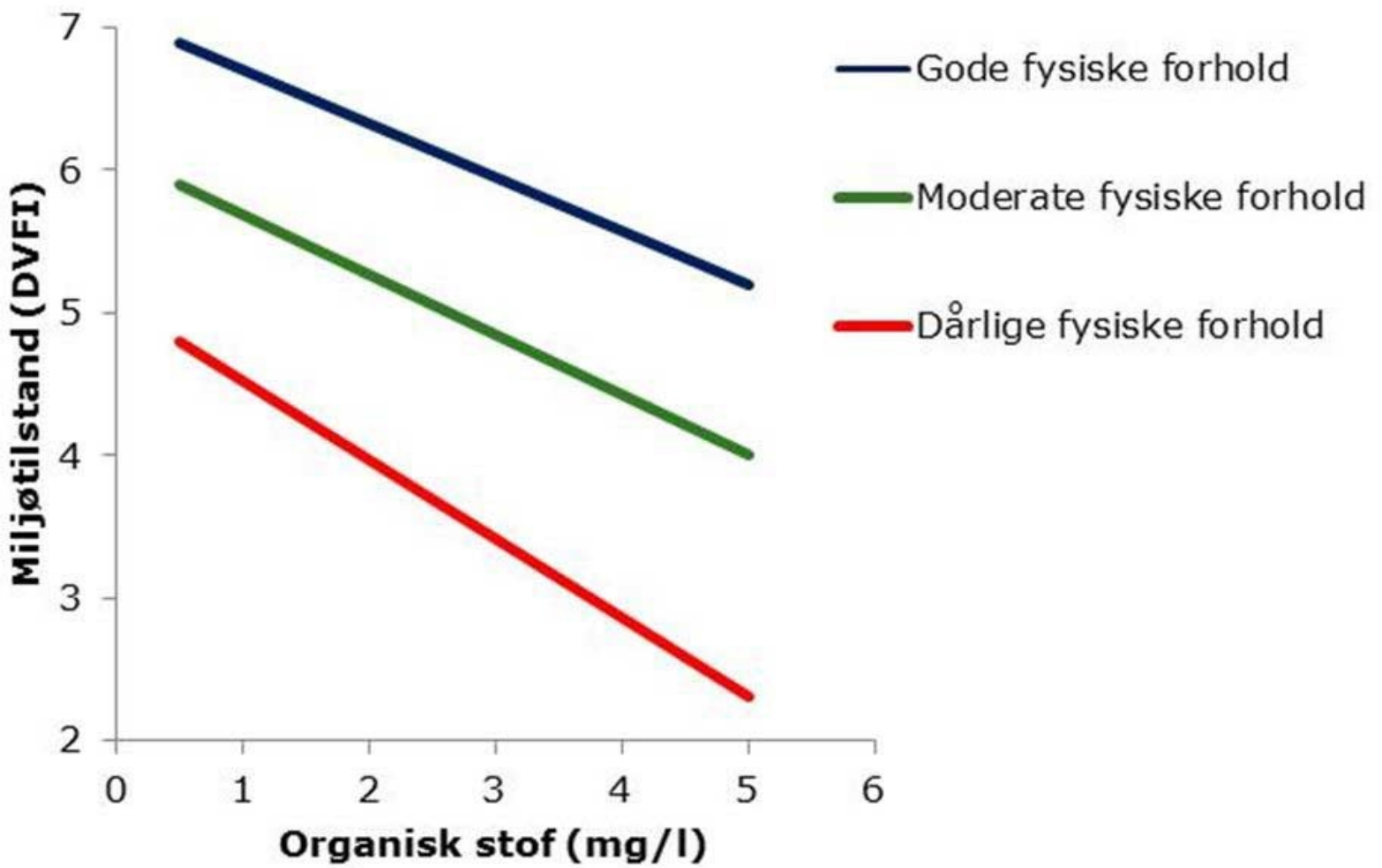
Belastning med organisk stof har en meget stor betydning for miljøet i en række danske vandløb, og der er en sammenhæng mellem vandets indhold af organisk stof og smådyrene i vandløb.

Denne viden blev brugt i en undersøgelse fra Aarhus Universitet, hvor 566 vandløb fik målt kvaliteten af miljøet målt vha. smådyrene. Samtidig blev vandløbenes fysiske forhold inddelt i tre grupper:

- God
- Moderat
- Dårlig

For hver af de tre grupper fandtes sammenhæng mellem miljøkvaliteten og vandets indhold af organisk stof. Jo mere organisk stof, jo dårligere miljø.

Forurening med organisk stof fra dambrug kan derfor påvirke miljøet negativt, uanset hvor gode de fysiske forhold er. Men den samme mængde belaster miljøet mere i vandløb med dårlige fysiske forhold end i vandløb med gode fysiske forhold.



Figur 9.5: Sammenhæng mellem miljøtilstand og vandets indhold af organisk stof for vandløb med gode, moderate og dårlige forhold. [Kilde: Naturstyrelsen.](#)



Afløb fra dambrug til et relativt lille vandløb. Foto: Lars M. Svendsen.



Afløb fra dambrug til et stort vandløb, Varde Å. Foto: Lars M. Svendsen.

Vandmængden har stor betydning

Vandløbenes placering i Danmark har også betydning for, hvordan de påvirkes af dambrug. I det vestlige Jylland er jorden domineret af sand og vandet stammer overvejende fra grundvand. I det østlige Jylland og på øerne er jorden domineret af ler, og vandet kommer primært fra de øverste jordlag.

Det betyder, at vandløb i det vestlige Jylland har en stabil mængde vand, mens den varierer meget i resten af landet. Typisk med en lille vandmængde om sommeren og mere vand i vinterhalvåret. Samtidig bliver vandtemperaturen også højere om sommeren. Dermed er de mere sårbare over for forureninger fra dambrug, da de i perioder har mindre vand til at fortynde de udledte stoffer.

Hvordan løses problemer med påvirkninger fra dambrug?

Mange af de miljøpåvirkninger, der er beskrevet i dette kapitel, er tæt knyttet til traditionelle dambrug. Her bruges oftest udelukkende vand fra vandløb, og det er ofte begrænset, hvor godt vandet bliver rensat ved udløbet.

Efter planen skal denne type dambrug helt udfases i 2022. De skal enten nedlægges eller erstattes af modeldambrug, der overvejende bruger grund- eller drænvand og har en høj grad af recirkulering.

[Modeldambrug](#) har samtidigt en langt mere effektiv rensning af vandet.

Derfor kan dambrugene i princippet placeres hvor som helst og fjernes fra ådalene, hvor der traditionelt opstår konflikter med miljø- og naturhensyn.



Modeldambrug. Foto: Lars M. Svendsen.

Gennem de seneste 20-25 år er der udført et stort arbejde med at forbedre passageforholdene ved dambrugenes stemmeværker. Nogle steder er stemmeværket erstattes af et stryg, og dambruget bruger en anden metode til vandindtag. På den måde fjernes problemerne med passage fuldstændigt.

Alternativer til stemmeværker er at pumpe vandet ind på dambruget eller at indtage vandt på såkaldt "glat strøm", hvor vandet fra vandløbet kan løbe over en "tærskel" i stedet for et stemmeværk.



Stryg ved dambrug i Fladså efter stemmeværket er fjernet og ombygget. Foto: Lars M. Svendsen.

Spørgsmål:

1. Giv et eksempel på en direkte biologisk påvirkning af miljøet fra et dambrug?
2. Hvordan man man måle miljøtilstanden i et ferskvandsløb?
3. Hvis vandet har samme farve som "ærtesuppe" kan det være et tegn på...?
4. Hvorfor er det et problem, hvis der er spærringer i et vandløb?
5. Hvad er salinitet?

6. Hvornår er det efter planen slut med traditionelle dambrug i Danmark?

Kapitel 10: Miljøpåvirkninger i havbrug

Kompensationsopdræt

Kompensationsopdræt er opdræt i havbrug af andre arter, der kan betegnes som et slags biofilter, fordi de opfanger en del af de næringsstoffer, f.eks. kvælstof og fosfor, der udledes under produktionen. I Danmark opdrættes blåmuslinger og sukkertang som kompensationsopdræt.

Muslinger kan kun optage en mindre del kvælstof direkte

Blåmuslingers føde består af partikler, som de filtrerer fra vandet. 85-90 pct. af udledningen af næringsstoffer fra havbrug udgøres af opløste næringsalte, som ikke er direkte tilgængelige for muslinger. Derfor vil kun omkring 10-15 pct. af kvælstof og fosfor fra et havbrug kunne optages direkte af blåmuslinger.

For at fjerne den opløste del af næringsaltene skal de optages af mikroalger eller bindes til materiale, som efterfølgende kan optages af blåmuslingerne.



Sukkertang. Foto: Lisbeth Jess Plesner.

Selv om tang kan opsamle overskydende opløste næringsstoffer direkte, er indholdet i tang ikke så stort som i muslinger. Derfor er muslingeopdræt langt mere effektivt til kompensationsopdræt.

Skal ikke hænge fysisk sammen

Det er ikke muligt med en direkte fysisk kobling af næringsalte fra fiskefækalier fra et havbrug til et kompensationsopdræt med muslinge- og tangproduktion. Dels fordi muslinger ikke kan optage næringsstofferne fra fiskefækalier direkte, og dels på grund af beliggenheden i havet, som er et åbent system. Et kompensationsopdræt behøver derfor ikke placeres tæt på havbruget, så længe det ligger i et område med tilstrækkelige mængder næringsstoffer.



Smartfarmnet med muslinger. Foto: Lisbeth Jess Plesner.

Det kan måske være en fordel at placere havbrug, hvor der er gode strøm- og iltforhold. Her vil næringsstoffer ikke have så stor en negativ effekt. Samtidigt kan kompensationsopdrættet placeres i områder med mange næringsalte, f.eks. tæt på indre fjorde og farvande.

I udlandet er der erfaringer med kompensationsopdræt, hvor produktion af forskellige fiskearter kombineres med tang- eller muslinger. Produktionsformen kaldes "Integrated Multi-Trophic Aquaculture" (IMTA).

Det er dog kun i Danmark, at man indtil videre har etableret et kommercielt havbrug, hvor der er krav om 100 pct. kvælstofopsamling fra tilsvarende fuldskala kompensationsanlæg med muslinger og tang.

Drift af kompensationsopdræt

Et typisk muslingeopdræt består af lange rækker af udspændte, lodrethængende net, hvor muslingelarverne sætter sig fast. De vokser på nettene i et halvt til halvandet år, indtil de har den rette størrelse, hvorefter de høstes.



Produktionsområde til muslinger. Foto: Lisbeth Jess Plesner.

Muslingeopdræt på langliner eller ved bundkultur kan også anvendes som kompensationsopdræt.

Sukkertangens sporer sås på liner i laboratorium eller i et klækkeri. Efter et par måneder i klækkeriet er sporerne nogle millimeter store, og de kan hæfte sig fast på langliner, der spændes ud i lange rækker i et tangproduktionsområde.



Produktionsområde til tang. Foto: Lisbeth Jess Plesner.

Det er først, når muslinger og tang høstes, at man kan beregne hvor effektivt kompensationsopdrættet har været. Beregningerne laves på baggrund af analyser af kvælstof (N) og fosfor (P). Da indholdet i muslinger og tang kan svinge en del over året, kan høsttidspunkt have stor betydning for resultatet.

Effektiviteten af opdrættet kan også afhænge af f.eks. søstjerner eller edderfugle, som spiser muslinger. Desuden spiller vejret ind. Bølger, vind og is kan medføre et stort tab af både muslinger og tang.

Fokus på den kommercielle udnyttelse

For at kompensationsopdræt vil blive en succes er det en forudsætning, at produktionen kan sælges. Men fordi muslinger og tang primært produceres for at fjerne næringsalte og ikke til kommerciel handel, har de ikke den bedste størrelse til konsum.

I stedet undersøger man andre muligheder, f.eks. til produktion af råvarer såsom fiskeolie og fiskemel, som ingrediens i andre produkter f.eks. fiskefoder eller til udlægning på muslingebanker.

Kompensationsopdræt i Danmark

Det årlige nærings salt tab fra havbruget beregnes ud fra indhold i foder fratrukket indhold i fisk. De tabte nærings salte skal modsvares af høstede muslinger og tang, der vil blive vejet og analyseret ved høst.

Derudover har andre havbrug erfaringer med kompensationsopdræt, ligesom muslingeopdræt er vurderet i forhold til kvælstofreduktion i vandplanerne.

I 2014 blev et nyt opdræt godkendt syd for Endelave. Anlægget har 100 pct. indsamling af kvælstof.

Udledning fra havbrug

De største miljøpåvirkninger fra havbrug i Danmark er primært udledning af nærings salte, medicinrester og kobber fra antibegroningsmidler. Desuden kan sejlads til og fra havbruget forstyrre andre fiskearter, ligesom fisk kan undslippe fra havbruget og blande sig med de vilde fisk.

Den danske produktionsform med udsætning af fisk i april/maj og høst i november/december medfører, at havbunden ligger brak 3-4 måneder om året. Det betyder:

- mulighed for en større omsætning af stoffer i havbunden
- risiko for resistens over for antibiotika mindskes
- at sygdomssmitten fra sæson til sæson minimeres.

Udledninger af næringsstoffer

Der må kun anvendes højenergifoder i havbrug, og der er krav til foderets sammensætning. Det medfører, at det maksimale produktionsbidrag fra havbrug pr. tons produceret fisk er:

- 47,5 kg kvælstof
- 6 kg fosfor
- 220 kg BI5.

Faktaboks:

BI5 er en målemetode, man bruger til vurdering af spildevands indhold af biologisk nedbrydeligt organisk stof. Målingen sker før og efter rensning af spildevandet. Den er et mål for, hvor meget ilt bakterier og andre mikroorganismer bruger, når de nedbryder det organiske stof.



Fodring af fisk. Foto: Lisbeth Jess Plesner.

Foderspild og fækalier kan påvirke både vandet og bundforholdene. Når bakterier omsætter organisk materiale på havbunden, forbruger de ilt. Det kan medføre iltsvind og påvirkning af de organismer, der lever i havbunden.

Risiko for iltsvind og ophobning af næringsstoffer på havbunden skal begrænses. Derfor forsøger man at placere havbrug i områder med meget strøm og gode iltforhold. En god tilførsel af ilt, vil øge bunddyrenes produktion og dermed gavne mangfoldigheden af liv i havet.

Udledning af medicinrester

Ved sygdomsudbrud kan dyrlægen ordinere antibiotika godkendt til fiskeopdræt. Kun stofferne oxolinsyre, sulfadiazin/trimethoprim og florfenicol anvendes i danske havbrug, og stoffet blandes i foderet på fiskefoderfabrikken.

Medicinrester frigives til vandmiljøet via foderspild, urin og fækalier, men en del af det frigivne antibiotika fortyndes hurtigt i havvandet. En anden del bindes til partikler, som bundfældes.

Inden et havbrug får tilladelse til at bruge antibiotika, skal det dokumenteres, at havbruget i en "worst case situation" kan overholde vandkvalitetskravene for alle anvendte stoffer. Det vil f.eks. være i en situation med størst mulig bestand af fisk, som alle behandles med medicin, og hvor strømforholdene er dårlige.

Faktaboks:

Vandkvalitetskravet er fastsat, så der ikke sker en negativ påvirkning af fisk, alger og krebsdyr. Udover at kunne vise, at der ikke sker en påvirkning i vandet, bliver der jævnligt udtaget bundprøver, der skal vise at der ikke sker en ophobning af antibiotikarester i havbunden.

Udledning af kobber

Antibegroningsmiddel bliver brugt i havbrug for at hindre vækst af alger, muslinger og andre dyr på nettene, fordi det hindrer vandgennemstrømning og dermed ilttilførslen til fiskene. Det aktive stof i antibegroningsmidlet er normalt kobber. En del af kobberet frigives langsomt til vandet og kan ende på havbunden, hvor det kan påvirke miljøet negativt.

Igennem de seneste år er nettene ændret fra traditionelle polyamid-net til Dyneema-net, der er tyndere og stærkere. Det har bl.a. medført, at der nu kun anvendes omkring 10-20 pct. af den mængde antibegroningsmiddel, man anvendte tidligere. For at få tilladelse til at anvende et middel skal et havbrug dokumentere, at vandkvalitetskravene er overholdt og at der ikke sker en ophobning af kobber i havbunden.

Udslip af fisk

Faktaboks:

Regnbueørred hører ikke naturligt til i Danmark, men den har været opdrættet i mere end 100 år herhjemme. Det har vist sig, at regnbueørreden ikke har kunnet etablere en vild bestand trods tidligere udsætningsforsøg og flere udslip fra havbrug og dambrug.

Fiskene kan slippe ud fra et havbrug f.eks. under et stormvejr, når der høstes, eller hvis en båd sejler på anlægget. Men da det fortrinsvis er regnbueørred, som opdrættes i danske havbrug, er der ikke den store fare for negative langtidsvirkninger ved et udslip.

Man ved dog ikke helt, om kønsmodne regnbueørreder kan have en forstyrrende effekt i f.eks. havørredens naturlige gydeområder.

Påvirkning af vilde bestande

Lakselus udgør et væsentligt problem i havbrug i andre lande, men de er ikke et problem i Danmark. Lusene kan nemlig ikke leve og formere sig i de indre danske farvande pga. det lave saltindhold.

Risikoen for at sprede lakselus til de vilde fiskearter er heller ikke stor, fordi havbrug normalt placeres uden for fiskenes trækruter og i områder med stor udskiftning af vand. Derfor er smitte af andre sygdomme fra havbrug til vilde fisk heller ikke et problem i Danmark.



Guldørred fra havbrug. Foto: Lisbeth Jess Plesner.

Små mængder affald

Mængden af affald fra et havbrug er ikke stor. Affaldet består hovedsageligt af døde fisk, som regel omkring 1-2 pct. af produktionen. De døde fisk afleveres på et biogasanlæg.

Kontrollerer sig selv

Havbrug skal anvende et egenkontrolprogram for at kunne følge miljøpåvirkningen. Programmet fokuserer på, at der ikke må ske en ophobning af kvælstof, fosfor, medicinrester og kobber i havbunden. Derfor udtages sedimentprøver oftest, inden fiskene sættes ud i havbruget.

Egenkontrolprogrammet baseres på havbrugets drift og placering. Hvis det f.eks. ligger i nærheden af et beskyttelsesområde, skal der tages ekstra prøver for at holde øje med miljøpåvirkningen.

Sygdomme i havbrug

Ved opdræt af regnbueørreder i danske havbrug kan der opstå sygdomme, som skyldes giftige alger, parasitter, virus eller bakterier.

Giftige alger

Alger kan være et problem i forårs månederne, og de skyldes primært arterne *Pseudochattonella*, *Prymnesium* og *Chrysochromulina*. Om en algeart vokser op til et niveau, der påvirker fiskene, afhænger f.eks. af strømforhold, vandtemperatur og mængden af sollys.

Derfor følges niveauet af de enkelte arter om foråret via vandprøver. Koncentrationerne af algerne sammenholdes med vejrudsigten og ud fra det tilpasses udsætningstidspunktet af ørrederne fra dambrug til havbrug.

De giftige algers effekt på regnbueørrederne er forskellig. Nogle arter menes at blokere for gællernes iltoptagelse, mens andre algearter udskiller giftstoffer. Er fiskene først i havet og rammes af algerne, er der kun en ting at gøre, og det er at stoppe fodringen.

Læs evt. mere [på denne hjemmeside](#).

Parasitter

Inden for opdræt af regnbueørred i danske havbrug er parasitter ikke et problem. Det skyldes det lave saltindhold, den normale "alt-ind alt-ud" praksis og braklægningen fra december til april

Faktaboks:

Alt-ind alt-ud: Hele anlægget tømmes for fisk og rengøres og desinficeres, inden næste hold fisk sættes ind. For havbrug høstes fiskene i slutningen af året, og området ligger brak uden nogen form for påvirkning i tre måneder. Herefter sættes et nyt hold fisk ind igen.

Virus

Regnbueørreder i havbrug kan angribes af forskellige former for virus, som kan give sygdom. [VHS-virus](#) udgør et potentielt problem. Danmark er VHS-frit område i dambrug, så risiko for smitte er størst fra de vilde fisk, der er i havet omkring opdrætsburene. Virus findes i f.eks. sild, men er ikke specielt sygdomsfremkaldende. Så det er kun, hvis havbrugsørreden tilfældigt smittes og virus efterfølgende muterer, at der vil kunne ske udbrud med dødelighed.

"Alt-ind alt-ud" og braklægning i vintermånederne mindsker risikoen for udbrud, da smittede fisk vil være slagtet, inden VHS-viruset forårsager udbrud, som normalt kun ses i forårmånederne.

Bakterier

Regnbueørreder i danske havbrug kan blive ramt en længere række bakterielle fiskesygdomme. De hyppigst forekommende er:

- [Furunkulose](#)
- [Vibriose](#)
- [Rødmundsyge](#)
- [BKD \(Bakteriel nyresyge\)](#)

Den mest almindelige sygdom er furunkulose, som ses ved vandtemperaturer over 15-18 °C, Sygdommen kan blive et stort problem, hvis vandet er over 20 °C.

Udbrud af vibriose og rødmundsyge ses normalt kun i april-maj lige efter udsætning af fisken i havvandet

[Bakteriesygdomme forebygges primært gennem vaccination, som foregår mens fisken opdrættes i ferskvand.](#)

Effekten af de tilladte vacciner er desværre mindre i danske regnbueørreder sammenlignet med norske laks. Vaccination mod vibrio virker efter hensigten, men beskyttelse mod furunkulose er ikke optimal. Det kan skyldes f.eks. høje sommertemperaturer, som stresser fisken, eller at fiskene er smittede, inden de vaccineres. Formentlig er der tale om en kombination.

Udbrud af sygdom

Når bakterielle fisesygdomme bryder ud, er der mange døde fisk, fiskene bliver mørke og mister ædelysten. Nogen gange er der kun sygdom i enkelte bure, andre gange i alle.

Dyrlægen undersøger døde eller døende fisk, stiller diagnosen og skriver en recept, som sendes direkte til fiskefoderfabrikken. Her tilsættes lægemidlet på foderpillerne.

Ved sygdomsudbrud reduceres fodringen ofte for at stresser fisken mindst muligt. Men det kan give problemer, da man samtidig gerne vil sikre, at alle fiskene får den korrekte mængde antibiotika.

I meget varme perioder kan det blive aktuelt at reducere fodermængden og i stedet forlænge behandlingsperioden.

Læs mere om sygdomme og behandling i [kapitel 5](#)

Spørgsmål:

1. Hvad er kompensationsopdræt?
2. Hvorledes kan kompensations opdrætte muslinger og tang anvendes?
3. Hvilke miljøpåvirkninger er der fra havbrug?
4. Hvad skal være opfyldt for at havbrug må anvende medicin?
5. Hvor meget N og P udledes ved en produktion af 200 tons regnbueørreder?

Læs mere:

Kombiopdraet.dk

Tangnet.dk

Kapitel 11: Anden akvakultur

Opdræt af ål

I begyndelsen af 1900-tallet fandt den danske forsker Johannes Schmidt små ålelarver i Sargassohavet nord for Bermuda i det vestlige Atlanterhav. Herfra kunne han følge dem til Europas kyster, hvor de endte som glasål.

De voksne åls vandring tilbage til gydeområderne i Sargassohavet, er det først lykkedes at kortlægge inden for de seneste 10 år ved hjælp af radiosendere fastgjort til store ål. Det er en rejse på ca. 6.000 km.

I løbet af foråret og forsommeren dukker glasålene op i vandløbene. De er meget små, og der går ca. 3.000 stk. på et kilo. Når de er kommet frem til et sted, hvor der er god mad og få fjender, vokser de sig store. I løbet af 10-15 år kan de vokse til en vægt på to kilo. Om efteråret forlader de store ål søer, bække og åer og svømmer tilbage til havet.



Glasål i åleopdræt. Foto: Villy J. Larsen.

Det er lykkedes at få ål til at gyde i fangeskab, men larverne lever maksimalt 3 uger, inden de formodentlig dør af sult. Derfor kan man kun fodre videre på ål, der er fanget i naturen. Glasål bruges i dag til opvækst i intensive ålefarme. Større ål fra 5 til ca. 100 gram anvendes typisk i mere ekstensive ålefarme.

Bestanden af ål er blevet mindre siden 1960'erne, fordi der ikke længere kommer så megen åleyngel fra Sargassohavet. Det skyldes formentligt, at ålens opvækstområde er blevet indskrænket og måske som følge af sygdom og overfiskeri. Derfor er ålen truet i mange land, og i Danmark betragtes den endda som kritisk truet.

En problematisk begyndelse

I 1970'erne begyndte man at interessere sig for mere intensivt opdræt af ål i små damme i Nordeuropa, men mange ål slap ud. De kan kravle over lange distancer på land om natten, hvor græsset er vådt, og de bevæger sig instinktivt i retning mod nærmeste vandløb.

Et andet problem var, at ål ikke tager føde til sig, når vandtemperaturen er under ca. 8 grader C. Det betyder, at ålene kun vil æde og vokse under halvdelen af året i Danmark.

Derfor blev åleopdrættet flyttet indendørs i små kar, hvor der var bedre mulighed for at opvarme vandet. Men mange ål samlet i små kar bruger meget ilt, og det var nødvendigt at tilføre ilt. Det var en dyr løsning, som betød at man skulle opdrætte mange ål for at det kunne betale sig.

Et andet problem var, at mange ål sviner vandet til med ekskrementer, slimrester og affaldsstoffer, der udskilles fra ålene som ammoniak og kuldioxid.

Der blev bygget mange systemer, som på papiret skulle løse problemerne, men de var besværlige at konstruere, og kunne ikke løbe rundt rent økonomisk. Mange af de første anlæg producerede fra 2 til 10 tons ål om året, og det var for lidt i forhold til investeringen og det store arbejde, åleopdræt kræver. Derfor gik de fleste opdræt konkurs.

Løsningen var at bygge større anlæg, og af de mere end 100 anlæg, som har været i drift fra 1980 til 2014, er der kun fem store tilbage. Anlæggene producerer hver mellem 200 og 800 tons ål om året.

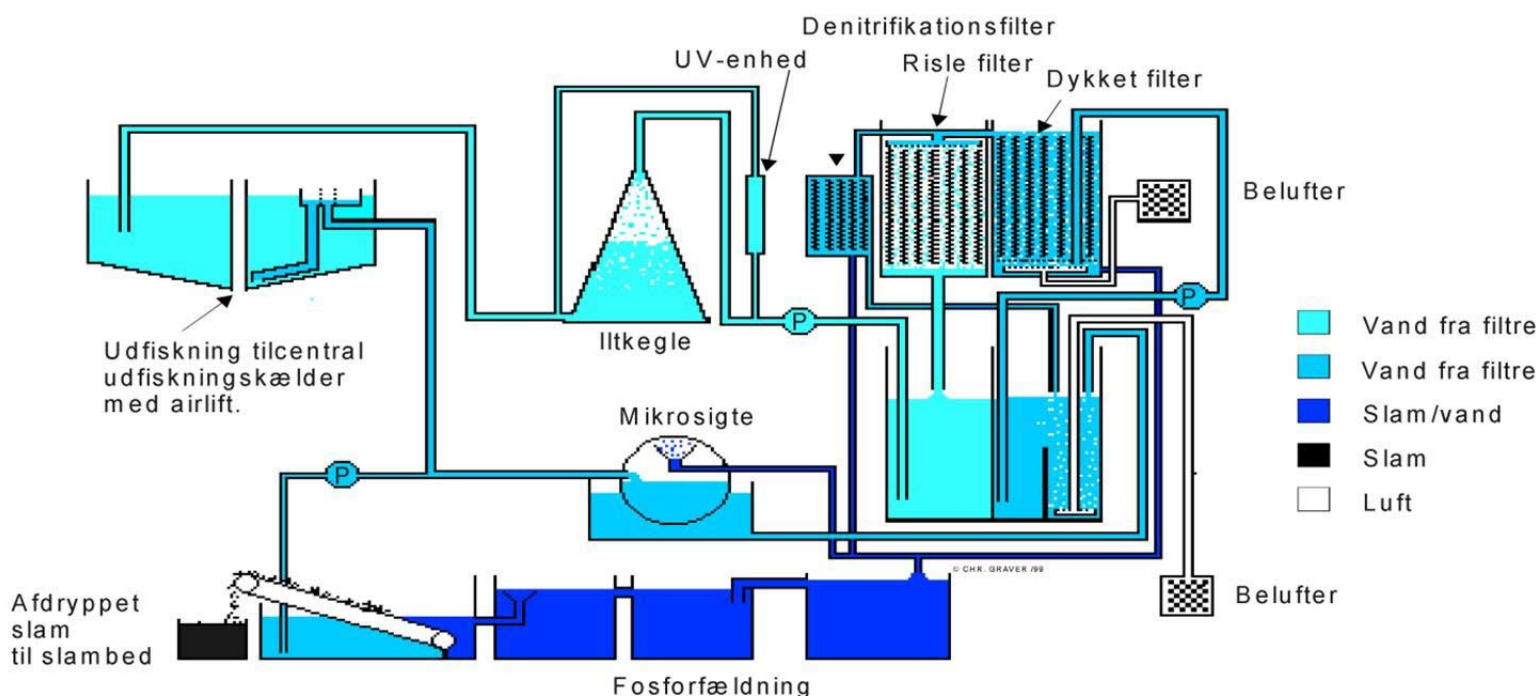
Åleproduktionsanlæg i dag

Et åleproduktionsanlæg består af mange komponenter:

- Vand, som fører ilt til ålene og fjerner affaldsstoffer.
- Kar af glasfiber, beton eller stål.
- Mekaniske filtre, som fjerner f.eks. foderrester, slimrester og større parasitter. Filtrene har en filterdug med huller på mellem 60 og 120 tusindedele millimeter (μm).
- Biologiske filtre:
 - Dykkede filtre, som består af plasttyper med stor overflade, hvor der gror bakterier. Filtrene fjerner de organiske partikler i vandet, som de mekaniske filtre ikke fanger. Via bakterierne omdannes partiklerne til uorganiske stoffer. Eksempler på filtre er fixed bed, liquid bed og fluidised bed.
 - Biologiske rislefiltre. "Tørre" filtre, hvor vandet løber ned over. De er lavet af samme materiale som de dykkede filtre. Rislefiltrene omsætter dels de uorganiske affaldsprodukter fra fiskene, mest ammoniak, som omdannes til nitrat. Desuden giver de luft til vandet og fjerner kuldioxid. De tilfører også ilt.

- Denitrifikationsfiltre. Filtrene er identiske med de dykkede, men meget mindre. De fjerner den nitrat, der er dannet, primært i rislefiltrene. Nitraten omsættes til frit kvælstof og vand. Kun en lille del af vandstrømmen føres igennem, som oftest vand fra de dykkede filtre, da iltindholdet dette vand er lavt, hvilket er et krav for processerne i denitrifikationsfiltret
- Iltkegler eller iltreaktorer, som under højt tryk tilsætter ilt til vandet for at kompensere for ålenes iltforbrug.
- UV sterilisatorer. En større eller mindre del af vandet behandles med kraftigt UV-lys. Det sker for at dræbe vira, bakterier og andet mikroskopisk liv i vandet. Hvis anlægget ikke har UV-behandling, kan det føre til store opblomstringer af specielt flagellater og ciliater, der kan skade eller dræbe ålene.

Skitse over recirkuleringsanlæg



Figur 11.1: Skitse over recirkuleringsanlæg.

Ålens vej gennem et åleproduktionsanlæg

Al opdræt af ål i recirkulerende anlæg foregår i dag på basis af indfangede glasål. Glasålene fanges ved Englands sydkyst, den franske og den nordlige spanske atlantehavskyst.

Der er i alle lande meget stramme regler for hvem, hvornår og hvor mange glasål, der må fiskes. Reglerne er fastsat i EU's handlingsplan for ål, men flere lande har strengere krav. EU indførte i 2007 en forordning, der har til formål at genopbygge bestanden af europæisk ål. I Danmark opdrættes

glasål, indtil de har opnået en størrelse på 2-5 gram, hvorefter de sættes ud igen. I 2014 skal 60 % af glasålene udsættes igen, enten som glasål, eller når de er vokset til en vægt på 3-20 gram.

Glasål fodres med torskerogn

Når glasålene ankommer til farmen, skylles de hen over et net med ca. 10 x10 mm masker, som sorterer de døde og stive ål fra. Resten sættes ud i kar, der typisk er fra 1 til 4 m² store med en vanddybde på ca. 1 meter. Vandet er helt rent, og temperaturen er indstillet til det samme som glasålenes. Da fangsten ligger fra december til april, vil det som regel være mellem 8 og 12 °C.

Glasålene svømmer til bunden af karret, hvor de bliver liggende. I løbet af det første døgn hæves temperaturen til 25 grader, hvorefter ålene forlader bunden og fodringen begynder. I begyndelsen får de torskerogn af god kvalitet, og i løbet af nogle få dage drysses et fint tørfoder ud over torskerognen for at vænne dem til smagen. Mængden af torskerogn nedsættes, når ålene spiser op til 10 % af deres vægt, og andelen af tørfoder øges.

Efter seks til otte uger sorteres de små ål. De fleste af glasålene er vokset betydeligt, men der er også en del små tilbage, som fodres forfra med torskerogn. Hvis det er et godt hold glasål, og startfodringen er lykkedes, vil de vokse 8 til 10 gange deres startvægt i denne periode.

Ål vokser forskelligt

Efter startfodringen flyttes de største ål til større kar med en overflade på 4 til 10 m². Fra nu og indtil ålene skal sælges, sorteres de med jævne mellemrum for at skille de hurtigvoksende fra de langsomme.

Det er et problem i åleopdræt, at ål vokser forskelligt. Glasål fra samme hold varierer meget i vægt. Efter et år vil nogle veje over 300 gram, mens andre vejer under 1 gram.

Det tager i gennemsnit 18 til 24 måneder, før hovedparten af et hold glasål er klar til salg. Salgsvægten er typisk ca. 140 gram, og ål i denne størrelse eksporteres oftest til hollandske røgerier. Der vil altid være nogle ål, der vokser dårligt, og de bliver som regel solgt til italienske åleopdræt i f.eks. laguner. Her får de bedre plads til at vokse sig store på.

Omkring 20 % af ålene vokser videre, indtil de vejer mellem 400-1000 gram. I den størrelse eksporteres de til Tyskland, hvor de bliver forarbejdet på fabrikker.

Endelig udsættes mellem to og otte millioner ål på ca. 3,5 gram i naturen i Danmark.

Drift af åleproduktionsanlæg

En typisk dag på et åleopdræt kunne se sådan ud:

- Om morgenen går man en tur gennem anlægget for at se, om alt er som det skal være.
- Foderautomaterne fyldes op, og hvis der er døde ål, samles de op i udløbsbakkerne.
- Karrene bliver tjekket for ilt.
- UV-lamperne kontrolleres.

Når de daglige rutiner er overstået gennemgås servicelisterne. Der er mange pumper og andre tekniske installationer, der skal tjekkes en gang om ugen, en gang om måneden eller sjældnere. Det er vigtigt, at disse procedurer bliver fulgt. Et sammenbrud i en pumpe eller en anden installation kan få meget alvorlige konsekvenser og betyde massedød blandt ålene.

Mindst én gang om ugen tjekkes beholdningen af foder og ilt. Der bestilles nyt, hvis der kun er til en uges forbrug eller mindre. Hvis et anlæg løber tør for ilt, er situationen katastrofal. I løbet af få timer vil ålene dø af iltmangel.

Tjek af alarmer

Et moderne åleanlæg skal være overvåget 24 timer i døgnet året rundt. Der er mange faktorer, som kan have stor betydning for ålenes trivsel, og derfor er der mange overvågningsalarmer. F.eks. for ændringer i:

- Iltmængde
- Vandstand
- Tryk
- Temperatur
- Elektricitet.

Alle alarmer skal tjekkes og afprøves regelmæssigt. Det samme gælder for nødstrømsanlægget. Hvis det ikke går i gang under en strømafbrydelse, betyder det døde ål i tonsvis.

Alarmerne går til vagtcentralen og til den vagthavende medarbejder, som ikke må have mere end ca. 15 minutters transport til anlægget.

Overskudsslam skal fjernes

De dykkede biofiltre omsætter organisk materiale, og det betyder, at der vokser mange bakterier i filtrene. Bakterierne skal fjernes med jævne mellemrum ved at standse gennemstrømningen af vand til filtret og derefter blæse trykluft ind i bunden af filtret. På den måde løsrives bakterierne, i daglig tale kaldet slam. Slammet ledes ud, filtret fyldes med vand og sættes tilbage i drift.

Produktion af ål

Der er mange ål i et anlæg. Gennemsnitsbestanden i løbet af året skal være omkring 60 % af den årlige produktion. Det betyder, at et anlæg, der producerer 500 tons ål om året, skal have en bestand på omkring 300 tons.

300 tons ål æder ca. 2.500 kg foder pr. døgn og forbruger ca. 1.000 kg ilt. Strømforbruget er omkring 8.000 kWh, hvilket er noget mere end en almindelig husstand bruger på et helt år.

Der er stor forskel på, hvor mange ål der kan være i et kar. Hovedreglen er, at de små ål skal være i små kar og de store ål i store kar. Antallet pr. kubikmeter vand giver et godt indtryk af tætheden i karrene.

For glasåls vedkommende er det ca. 25 kg pr. m³ vand, hvilket svarer til ca. 75.000. For store åls vedkommende er der op til 250 kg pr m³. Det svarer til ca. 2.000 ål.

Overskud af varme

Anlæggene bliver bygget i velisolerede haller med minimal udskiftning af vand, og det er et problem at slippe af med overskudsvarmen. Pumper, lys og de elektriske installationer producerer varme. Foderrester ekskrementer omsættes i de dykkede biologiske filtre og bliver til varme. Et veldrevet åleanlæg har derfor overskud af varme, og flere steder er der installeret køletårne for at komme af med varmen.

Lille vandforbrug

Vandforbruget på et recirkuleret åleopdrætsanlæg er i dag meget beskedent. Normalt regner man vandforbrug ud pr. kg produceret fisk. På tidligere anlæg var vandforbruget over 1.000 liter vand pr. kg ål. I moderne anlæg er vandforbruget ofte under 50 liter vand pr. kg ål og i nogle anlæg endda under 20 liter.

Til sammenligning går der ca. 20 liter vand til at producere 1 kg oksekød og 10 liter til at producere 1 kg svinekød.

Muslingeopdræt

I Danmark dyrkes blåmuslinger på liner. Det foregår på et langlineanlæg i et område, hvor der naturligt er mange blåmuslinger. Normalt et vandområde med god strøm, men med mest muligt læ for bølger og vind. Især Limfjorden byder på gode betingelser, men det er muligt at dyrke muslinger i alle indre danske farvande. I Østersøen er saltindholdet så lavt, at muslingerne vokser for langsomt og bliver for ringe til kommerciel produktion.

Fra æg til musling

Blåmuslinger formerer sig ved, at hunnerne gyder sine æg ud i vandet, hvor de befrugtes af de sædceller, som hannerne også gyder frit ud i vandet. De befrugtede æg driver rundt med vandstrømmen og udvikler sig i løbet af et til to døgn til en larve, som selv kan svømme.

Den gennemgår over de næste tre til fem uger en udvikling frem til det afsluttende larvestadie, hvor den ligner en lille musling, som kan svømme rundt ved egen kraft. På dette stadie leder den efter et sted at sætte sig fast og tilbringe resten af sit liv.

I naturen sætter muslingelarverne sig på sten, tomme snegle- eller muslingeskaller, træpæle eller andre faste overflader. På et langlineanlæg sætter muslingerne sig på de tove, som opdrætteren hænger ud i vandet. Tovene kaldes for dyrkningsmedier. Medierne kan bestå af alt fra ganske almindeligt plasttov til sindrige rebstiger, børstebesatte tove, trawl-net i smalle strimler, bændler og andet, som kan bære muslingerne.

Det daglige arbejde

Muslingeopdrættersens arbejde består derefter i at passe muslingerne, så de har optimale vækstbetingelser. Muslinger lever af de mikroalger, som kommer drivende forbi med vandstrømmen. Opdrætteren skal derfor sørge for, at tovene med muslingerne bliver holdt oppe i de øverste vandlag, hvor mikroalgerne vokser.



Blåmuslinger på line i Limfjorden. Foto: Dansk Akvakultur.

Kommer tovene ned til havbunden, er vandstrømmen svagere, og mikroalgerne færre, og muslingerne vokser derfor ikke så godt. Hvis tovene rører ved bunden, venter krabber og søstjerner på at komme til fadet og spise løs af muslingerne. På den anden side, må tovene heller ikke komme helt op i vandoverfladen, for så risikerer man, at bølgerne ryster muslingerne af, eller at bølger eller is ødelægger langlinerne.

Pasningen af muslingerne består desuden i at afpasse de opdriftsbøjer, som modsvarer vægten af de muslinger, der sidder på linerne. Om sommeren, hvor vandet er varmt, vokser muslingerne hurtigt, og opdriften skal derfor kontrolleres og justeres med en til to ugers mellemrum.

Udtynding af muslinger

Opdrætteren kan tynde ud i muslingerne på tovene ved at høste dem, mens de kun er ca. 2 cm store. Herefter sorteres de og fyldes i rør, som hænges ud på linerne igen. Rørene kaldes for strømper, og selve processen kaldes for en omstrømning.

Strømperne er normalt lavet helt eller delvist af bomuld, som hurtigt forgår i havvandet. Tilbage er kun det materiale, som muslingerne fæster sig til og vokser på. Denne metode kaldes for opdræt med mellemhåndtering eller "den canadiske metode".

Hvis muslingerne får lov til at vokse færdige på det tov, hvor de oprindeligt satte sig, har opdrætteren mindre indflydelse på, om det færdige produkt bliver helt ensartet. Til gengæld er arbejdsbyrden meget mindre. Produktion uden udtynding og omstrømning kaldes "den svenske metode", og muslingerne omtales som overhængere.

Høsttid efter godt et år

I en alder af 12-15 måneder, er muslingerne vokset til høstklar størrelse på 5-6 cm. Inden høsten skal vandet og muslingerne tjekkes i en såkaldt åbningsprøve. Vandet skal analyseres for giftproducerende mikroalger, og muslingekødet skal undersøges for bakterier og giftstoffer.

Kun hvis alle prøver frikender muslingerne, giver myndighederne tilladelse til at høste på anlægget i syv døgn. Herefter lukkes det, med mindre der igen skal udtages prøver, kaldet vedligeholdelsesprøver. På [Fødevarestyrelsens hjemmeside](#) kan man se, hvilke opdrætsanlæg der er åbne for høst af muslinger.

Høsten foregår ved, at muslingerne skræbes af tovene. Herefter sendes de til et pakkeri, som renser, sorterer og pakker dem. Tovele gøres rene, når høsten er overstået, og de kan genbruges til at opsamle muslinge yngel på.

Muslinge anlæg i Danmark

Herhjemme er der ca. 10 virksomheder, som driver muslingeopdræt, og tilsammen driver de ca. 35 opdrætsanlæg. Et typisk anlæg dækker 20 hektarer, og har plads til 60-80 langliner á 200 meters længde.

De fleste anlæg er stadig under opbygning, og der er kun ca. 15 anlæg som er fuldt etablerede. Hidtil er de producerede muslinger hovedsageligt eksporteret til Tyskland, Holland, Frankrig og Spanien.

Flere virksomheder producerer økologiske linemuslinger. Omkring 10-12 anlæg forventes at omlægge til økologisk drift i løbet af 2014.



Økologiske linemuslinger. Foto: Villy J. Larsen.

Kompensationsopdræt

I de senere år er der opstået en ny gren af muslingeopdræt, som ikke kun producerer konsummuslinger. Muslinger lever af at spise de naturligt forekommende mikroalger, og da der ikke tilføres nogen anden form for foder, optager de flere næringsalte fra havvandet, end de afgiver. Dyrkning af muslinger bevirker dermed til at fjerne næringsalte fra havmiljøet, og det er usædvanligt for en fødevareproduktion.

Dyrkning af muslinger kan derfor kompensere for udledningen af næringsalte fra en anden produktion, og det er netop det, som foregår ved flere danske havbrug. Hvis muslingeproduktionen afpasses i forhold til fiskeproduktionen, kan der samlet set opnås en produktion som er miljøneutral. Det vil sige, at muslingerne optager en tilsvarende mængde næringsalte, som fiskeproduktionen taber til havmiljøet – også kaldet kompensationsopdræt.

Muslingerne, som produceres ved kompensationsopdræt, høstes tidligt og kan derfor ikke sælges til spisning. Men de små muslinger indeholder mange værdifulde proteiner og fedtsyrer. Derfor er der perspektiver i at anvende dem til dyrefoder, eller måske udvikle nye fødevarer, så de alligevel kan ende på middagsbordet.

Læs mere om [kompensationsopdræt](#)

Dyrkning af tang

Tang er en fælles betegnelse for en række alger, der er så store at de betegnes makroalger. De mindste alger, hvoraf mange er for små til at være synlige med det blotte øje, kaldes for mikroalger.

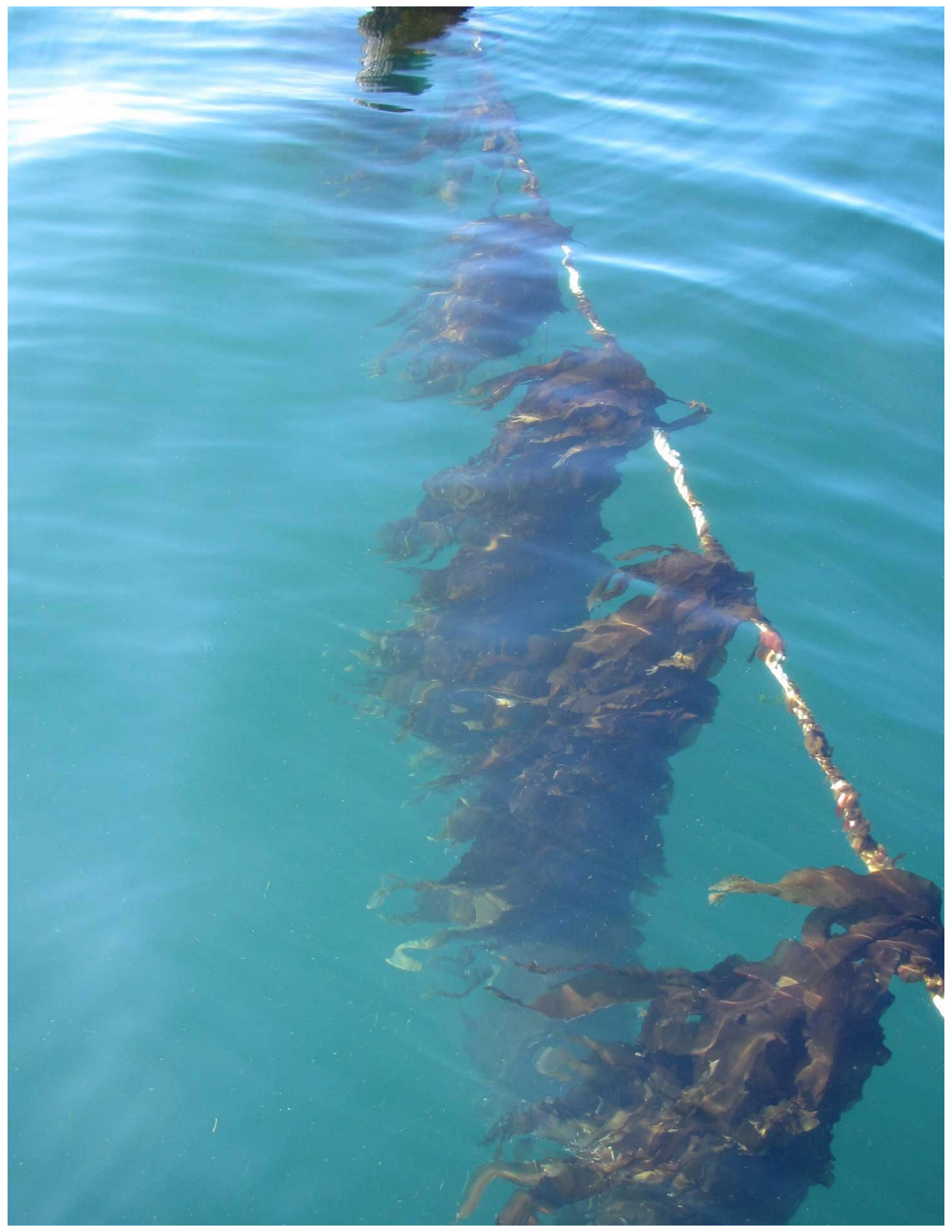
I Danmark foregår mindre forsøgsproduktioner af både mikro- og makroalger, men kun nogle enkelte arter af makroalger produceres til kommercielt brug.

I Danmark dyrkes tang hovedsageligt på langlinesystemer, som svarer til dem, der anvendes til opdræt af linemuslinger. Den altovervejende del af de alger der dyrkes er af arten sukkertang. Der foregår mindre produktioner af andre arter på både langliner og i landbaserede karsystemer. F.eks. carrageentang, søsalat og søl.

Sukkertang er en succes

Indtil 2010 blev der kun produceret sukkertang i Danmark på forsøgsbasis, men efter et succesrigt udviklingsarbejde, blev vejen skabt til en kommerciel produktion af sukkertang i stor skala i de danske farvande.

Når sukkertang skal dyrkes på langliner, starter processen i et klækkeri. Moderplanten frigiver sine sporer, som dernæst kan sætte sig på den snor, tangen skal dyrkes på. Sporerne udvikler sig til nye småplanter, som hænges ud på langlineanlæg i havet.



Tang på line. Foto: Hjarnø Havbrug.

Langlinerne er 200 meter lange tove, som er spændt ud under vandoverfladen. Snorene med småplanterne hænges lodret ned fra hovedlinerne med 1-2 meters mellemrum. Anlægstypen er den samme som anvendes til dyrkning af linemuslinger, og også på tunganlæg afbalanceres linerne med opdriftsbøjer og ballastblokke.

Ved tangdyrkning skal planterne dyrkes under passende lysforhold. Hænger de for tæt ved overfladen, kan de ikke foretage fotosyntese på grund stærkt sollys, og på for store dybder, når lyset ikke ned til tangplanterne. Højden skal derfor varieres efter både årstiden og mængden af lys.

Den største del af sukkertangproduktionen foretages af fiskeopdrættere i tilknytning til deres havbrug. Sukkertangen optager næringsalte som kvælstof og fosfor fra vandet, og det er de stoffer, som fiskeproduktionen i havbruget udleder til havmiljøet.

Læs mere om [kompensationsopdræt](#)

Fiskefoder af tang



Sukkertang er ved at vinde indpas på spisebordet herhjemme. Foto: Hjarnø Havbrug.

Indholdet af proteiner, fedtstoffer m.m. betyder, at sukkertang også er velegnet som råvare i dyrefoder og til produktion af f.eks. alginat og biobrændsel.

Danske havbrug kan måske blive de første, som dyrker deres eget foder, fordi der forskes i, at bruge tang som råvare til fiskefoder. Det har også den fordel, at havbrugene kan blive miljøneutrale, fordi de ikke udleder næringsstoffer i havet. Desuden vil opdrættenes forbrug af f.eks. fiskemel og fiskeolie blive mindre.



Tang har flere gode egenskaber. Foto: Hjarnø Havbrug.

Opdræt af andre arter

Regnbueørred udgør langt den største del af fiskeproduktionen i dansk akvakultur fra både fersk- og saltvandsanlæg. Dertil kommer produktion af europæisk ål i recirkulationsanlæg, og desuden er der i senere år kommet gang i produktionen af en række andre arter.

Dansk Akvakultur gennemførte i 2012 et projekt, som i daglig tale bliver kaldt "Nye Arter i dansk akvakultur". Formålet var at få mere viden om de tekniske og biologiske muligheder for at opdrætte:

- Sandart
- Pighvar
- Helt
- Tyklæbet Mulde
- Tunge
- Havbars

- Guldbrasen
- Stør.
- Tunge
- Havbars
- Guldbrasen
- Stør.

Succes for sandarten

Sandarten er en ferskvandsfisk med lyst kød, der minder om torskens. Den har tendens til kannibalisme, derfor skal fiskene skilles ad, så de ikke æder hinanden. Sandart trives optimalt ved 24-25 °C. Opdræt i lukkede anlæg med fuld recirkulation er derfor sandsynligvis den bedste rentable opdrætsform i Danmark.



Sandart koster omkring 125 kr. kiloet hos fiskehandleren. Foto: Kurt Mogensen, Aquapri.

Forsøg med opdræt af sandart i udendørs ørredanlæg er ikke gået godt. Vandet er for koldt, hvilket betyder at fiskene ikke vokser, som de skal, de spiser ikke optimalt, og bliver nemt ramt af sygdom.

Der produceres omkring 200 tons sandart årligt i Danmark, på trods af flere vanskeligheder, f.eks. kannibalisme, yngelproblemer og kravene til vandets temperatur. Men danske opdrættere har formået løse problemerne med fiskeynglens manglende lyst til at spise tørfoder. En udfordring som andre har haft svært ved at tackle.

Alt i alt betyder det, at Danmark er det eneste land, der kan garantere stabile leverancer af yngel af sandart til videre opdræt i ind- og udland.

Opdræt af stør

Støren opdrættes primært til udsætning i havedamme og især lystfiskersøer, hvor den er meget populær. Fisken er meget kampivrig, og nogle af de udsatte stør vejer op til 40 kg. Det er rimeligt dyre fisk med en pris på ca. 75 kr. kiloet, så de må ikke tages med hjem fra lystfiskersøerne, men skal genudsættes efter fangst. Kød fra stør er en delikatesse, som kan sælges i Østeuropa.



En velvoksen stør. Foto: Biomar.

En væsentlig indtægtskilde ved opdræt af stør er fremstilling af caviar, ikke at forveksle med kaviar, der oftest er stenbiderrogn. Men produktionen kræver store og gamle stør. Arten der anvendes til caviar-fremstilling er *Acipenser gueldenstaedtii* bedre kendt som diamantstør. Oscietra caviar, som er rogn fra diamantstøren, koster 500 kr. for en dåse med 50 gram. Den regnes som den smukkeste caviar, og smager mildere end andre typer caviar. Caviaren sælges til de fineste restauranter i Danmark og er så populær, at efterspørgslen er større end udbuddet.

Øvrige andre arter i dansk akvakultur

- Aborre: En række forskningsprojekter konkluderede for nogle år siden, at der ikke er økonomi i en kommerciel produktion af aborre. Men moderfiskene fra projektforsøgene blev

efterfølgende overført til et lakseklækkeri. Her har man siden produceret yngel af aborre, som sælges til videreproduktion på andre akvakulturanlæg i udlandet.

- **Helt:** Siden starten af 1980'erne er der klækket æg af helt på Holmslands Klit til udsætning i Ringkøbing Fjord. Dengang var fisken næsten uddød i fjorden. Udsætningen af yngel har bl.a. været medvirkende til, at der årligt kan fiskes mellem 40 og 80 tons helt om året i fjorden. På nogle ferskvandsdambrug har man forsøgt sig med produktion af helt på basis af overskydende yngel fra udsætningen.
- **Flodkrebs:** Er den oprindelige krebs i de danske ferske vande. Den opdrættes først og fremmest af op mod 100 hobbyopdrættere i Danmark. Der er dog også opdræt af udsætningskrebs og flodkrebs til konsum i en håndfuld anlæg.
- **Pighvar:** Har været produceret gennem en længere årrække, men produktionen er stoppet på grund af dårlig økonomi. Produktionen bestod først og fremmest af yngel, som blev afsat til videreproduktion i naturdamme i Sydeuropa.



I 2014 blev det muligt at få godkendt økologisk produktion af flodkrebs i Danmark, og de første anlæg er begyndt at omlægge til økologi. Foto: Villy J. Larsen.

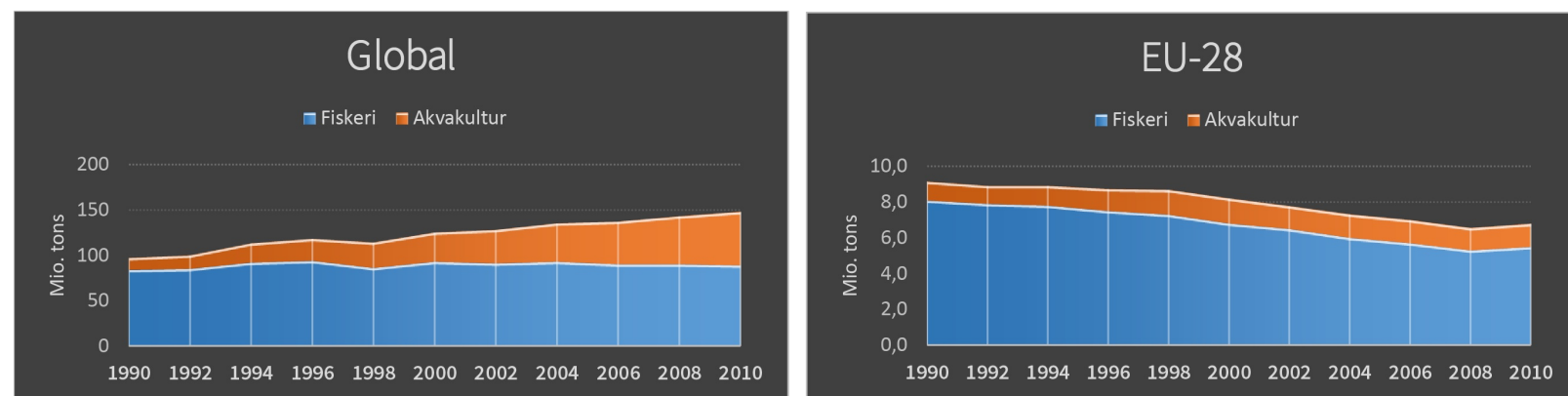
Spørgsmål:

1. Beskriv et dansk åleproduktionsanlæg
2. Hvad er problemet med åleopdrætternes yngel?
3. Hvordan foregår opdræt af blåmuslinger i Danmark?
4. Hvordan foregår dyrkning af tang i Danmark?
5. Hvilke "andre arter" produceres aktuelt i Danmark?

Kapitel 12: Akvakultur i EU og Danmark

Akvakultur er verdens hurtigst voksende sektor inden for produktion af mad, og den bidrager derfor i stigende grad til den globale forsyning og til økonomisk vækst.

Den globale akvakulturproduktion er vokset de seneste 20 år, mens produktionen fra det traditionelle fiskeri ikke har ændret sig væsentligt. I 2011 bidrog akvakultur med næsten halvdelen af udbuddet af fiskerivarer i hele verden. Væksten er primært sket i Asien, og der har ikke været en tilsvarende vækst i EU's akvakultursektor.



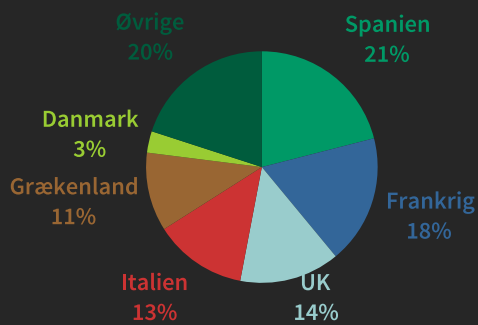
Figur 12.1: Udviklingen i fiskeri og akvakultur i mio. tons de seneste 20 år. I hele verden (til venstre) og i EU (til højre). (Kilde: FAO 2013).

Fem lande dominerer i EU

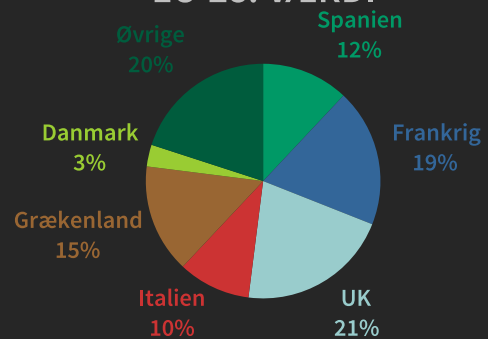
I 2011 opdrættede EU's 28 medlemslande ca. 1,3 mio. tons til en samlet værdi af ca. 3,5 mia. euro. Det svarer til 1,5 pct. af den globale produktion i mængde og ca. 3,5 pct. i værdi.

EU's akvakulturproduktion domineres af fem lande: Frankrig, Grækenland, Italien, Spanien og England. Spanien producerer den største mængde, men er kun fjerdestørst i værdi. Det skyldes, at spansk opdræt domineres af muslinger, som sælges til lavere priser end fisk.

EU-28: MÆNGDER



EU-28: VÆRDI



Figur 12.2: EU's akvakultur fordelt på lande i mængder og værdi. (Kilde: FAO 2013).

England er den største EU-nation i forhold til værdi med Frankrig på andenpladsen. Danmark tegner sig for ca. 3 pct. af den samlede produktion i EU.

EU's akvakultursektor består af havbrug (marin), dambrug (ferskvand) og skaldyr. Skaldyrsopdræt er den største sektor målt i mængder, mens havbrug er den største målt på værdi. De tre vigtigste arter er laks, regnbueørred og havaborre.

Tablet 12.1: Akvakulturproduktion i EU 1990-2010. Bemærk, at produktionen ikke er steget siden 2000 i mængder, men værdien er steget på grund af højere priser. (Kilde: FAO 2013).

	1.000 tons			1.000 USD		
	Skaldyr	Ferskvand	Marin	Skaldyr	Ferskvand	Marin
1990	640	315	57	799	1.009	306
1992	592	321	74	771	1.016	490
1994	634	336	115	786	959	623
1996	715	336	156	776	994	674
1998	818	331	210	797	932	920
2000	781	335	265	809	845	1.046
2002	663	318	282	806	862	1.022
2004	692	309	302	964	893	1.289
2006	690	294	301	1.186	930	1.665

2008	614	306	312	1.358	1.230	1.827
2010	623	293	351	1.222	1.049	1.891

EU er storimportør af fisk

Forbruget af fisk og skaldyr i EU er steget siden 1990, og EU er i dag verdens største nettoimportør af fisk. 65 pct. af forbruget dækkes via import, og kun 10 pct. dækkes af EU's egen akvakultursektor. Derfor ønsker EU at øge produktionen i akvakultur, og akvakultur indgår i dag i EU's strategi for [Blå Vækst](#).

I EU's fælles fiskeripolitik stilles der krav om, at medlemslandene inden udgangen af 2013 skal have udarbejdet en national flerårig strategi for bæredygtig udvikling af akvakultursektoren. [Se udkastet til den danske regerings strategi](#).

De første danske dambrug

De tidligste eksempler på opdræt af fisk kendes fra Kina, hvor der blev opdrættet karper for ca. 5.000 år siden. Europæerne importerede senere karper fra Kina, og de første europæiske fiskeopdrættere var munke, som i middelalderen oprettede dambrug i nærheden af klostrene.

I Danmark blev de første dambrug etableret i slutningen af 1890'erne. De blev typisk opført ved de større vandløb, hvorfra vandet kunne indvindes og siden ledes ud igen. Dambrug til opdræt af æg eller yngel blev opført i den øverste del af vandløbet, hvor vandkvaliteten var bedst.

Rogn fra ørreder gav gode indtægter

I slutningen af 1970'erne blev de første havbrug med opdræt af store ørreder i netbure opført. Produktionen blev baseret på ørreder fra ferskvandsdambrug, og fokus var på rogn, som dermed kom til at udgøre en væsentlig indtægtskilde for de danske havbrug.

Opdræt af regnbueørreder blev suppleret med åleopdræt i løbet af 1980'erne, og efter 2000 blev de første produktioner af blåmuslinger etableret i Limjorden.

Danmark eksporterer hovedparten af produktionen

Siden 1970'erne har man gennemført en række forsøg med opdræt af andre arter, fx torsk og pighvar. Resultaterne viser, at det er teknisk muligt, men også at det ikke kan betale sig. Derfor opdrætter vi i Danmark primært regnbueørred, ål og blåmuslinger.

Udviklingen i Danmark adskiller sig fra de øvrige EU-lande, hvor der mest produceres til hjemmemarkedet. De danske opdrættere har helt tilbage fra begyndelsen af 1900-tallet eksporteret det meste af produktionen. I 2013 gik over 90 pct. af den samlede produktion til eksport.

Der er imidlertid også ligheder. De seneste 10 år har den samlede produktion i EU ligget på samme niveau. Det samme gælder i Danmark, hvor det trods mange tiltag ikke er lykkedes at øge produktionen.

Danske foderfirmaer er blandt de førende i verden

De danske opdrættere er underlagt EU's mest restriktive miljøregulering. I 1989 kom den første bekendtgørelse om dambrug, som indførte maksimale årlige foderkvoter til alle dambrug. Derfor har der siden 1989 været fokus på at udvikle bedre fodertyper, og de danske foderfirmaer er i dag blandt verdens førende.

Danmark er også med helt fremme, når det gælder udvikling og brug af nye teknologier til især landbaseret fiskeopdræt. Det skyldes blandt andet, at der herhjemme er fokus på at begrænse vandindtaget til dambrug via recirkulering. Fx har verdens førende leverandører af udstyr til landbaseret opdræt base i Danmark.

Akvakulturerhvervet har nydt godt af landbrugets fokus på fødevarer sikkerhed og sygdomsbehandling. Derfor er det danske veterinærberedskab for akvakultur også blandt verdens bedste.

Fremtiden tegner godt for akvakultur

Perioden fra midten af 1980'erne til ca. 2000 var kendetegnet ved hårde "slagsmål" om miljøhensyn mellem erhvervet, myndighederne og de grønne organisationer. Det affødte negativ presseomtale, og akvakultur fik et dårligt image.

I de senere år er slagsmålene afløst af en konstruktiv dialog. Det betyder, at Danmark i dag er længst fremme i arbejdet regulere erhvervet på basis af udledninger og ikke som hidtil på foder. Det tegner

godt for fremtiden og kan medføre en større produktion.

Værdien af den danske produktion er voksende

Produktionen i dansk akvakultur udgøres af dambrug, havbrug, ål og skaldyrsopdræt.

Tabel 12.2: Produktionen i dansk akvakultur i tons for perioden 2004 til 2011. (Kilde: Danmarks Statistik).

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Dambrug	32.949	31.977	30.887	32.532	32.605	31.191	28.779	27.453
Havbrug	9.185	6.499	8.364	8.094	8.911	10.282	10.018	10.571
Ål	2.124	1.813	1.926	1.874	1.606	1.376	1.629	1.194
Skaldyr	0	0	650	1.066	1.481	2.534	1.325	1.031
	44.258	40.289	41.827	43.566	44.603	45.383	41.751	40.249

Dambrug er den største sektor efterfulgt af havbrug, hvor produktionen er steget i de senere år. Opdræt af ål udgør en mindre del og produktionen er næsten halveret siden 2004. For skaldyrsopdræt, som begyndte i 2006, har produktionen været faldende siden 2010. Den samlede produktion er faldet med 10 pct.

Til gengæld er værdien af produktionen steget med ca. 30 pct. fra 2004 til 2011. Det skyldes især, at priserne er steget.

Tabel 12.3: Værdien af dansk akvakultur i 1.000 kr. (Kilde: Danmarks Statistik).

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Dambrug	529.337	573.674	605.461	630.148	604.247	615.241	595.095
Havbrug	223.865	236.840	269.817	269.616	271.222	317.880	347.580
Ål	111.866	122.291	126.919	117.960	96.387	85.741	89.155
Skaldyr	0	0	4.477	8.859	10.777	13.098	5.006
	865.068	932.805	1.006.674	1.026.583	982.633	1.031.960	1.036.836

Færre men større anlæg

Antallet af akvakulturanlæg er faldet i hele perioden. Det gælder især for dambrug, hvor produktionen er blevet samlet på færre men større anlæg.

I hele perioden er den gennemsnitlige produktion pr. dambrug steget fra 108 tons i 2004 til 143 tons i 2011.

Tabel 12.4: Udvikling i antal anlæg. (Kilde: Danmarks Statistik).

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Dambrug	306	302	280	258	235	214	209	192
Havbrug	19	19	19	20	20	20	17	17
Ålebrug	11	11	9	8	8	9	8	8
Skaldyrsbrug	0	0	11	11	10	21	17	11
	336	332	319	297	273	264	251	228

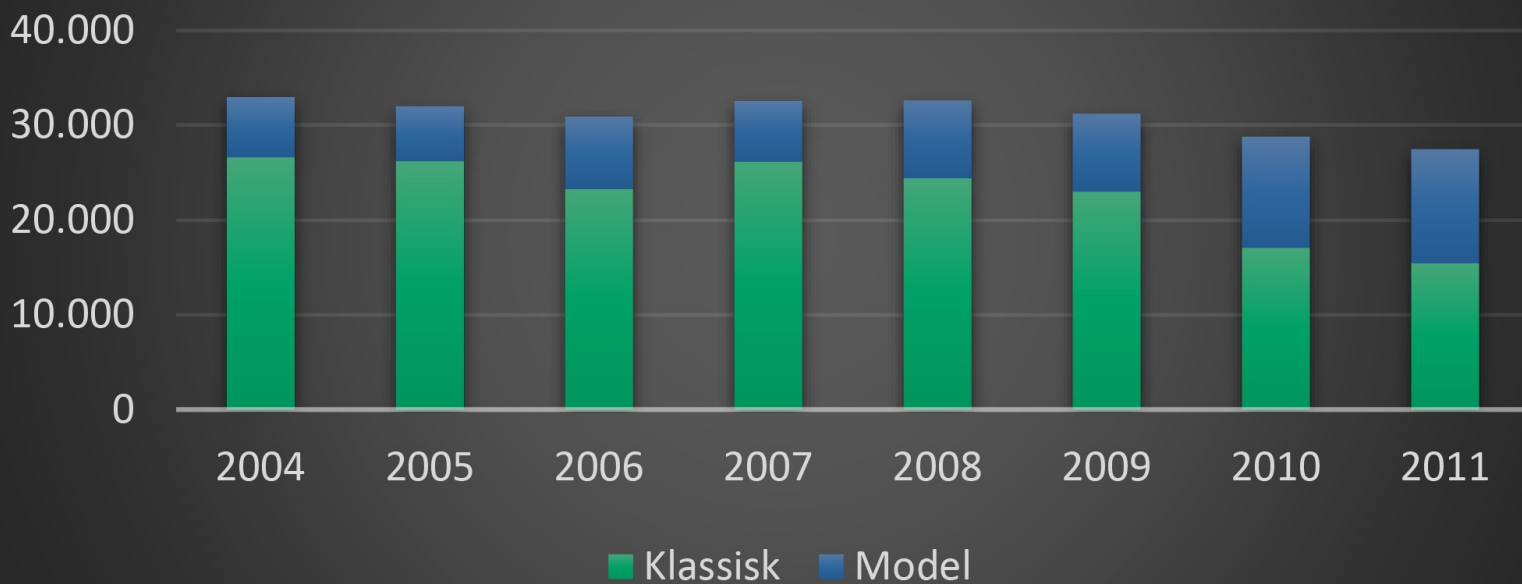
Der er flere forklaringer på udviklingen. For dambrug og havbrug skyldes det især, at der endnu ikke er fundet en løsning på, hvordan vækst kan kombineres med hensynet til natur og miljø.

To typer modeldambrug

Dambrugsudvalget anbefalede i 2002 en udvikling baseret på modeldambrug og en ny miljøregulering. Der blev udarbejdet to typer af modeldambrug, type 1 og type 3. Fælles for dem er, at de er udstyret med rensesystemer, så der kan produceres flere fisk uden at øge udledningen.

Læs mere om modeldambrug i [kapitel 2](#).

Produktion (tons)



Figur 12.3: Dambrugsproduktion fordelt på klassiske og modeldambrug i tons. (Kilde: Danmarks Statistik).

Halvdelen af produktionen blev omlagt til modeldambrug i perioden 2004 til 2011, men den samlede produktion af akvakultur er faldet. Det skyldes især usikkerhed om, hvilke kvælstofudledninger der reelt tillades fra dambrug ifølge EU's vandrammedirektiv.

Akvakulturudvalget anbefalede i 2010, at alle dambrug blev tildelt udledningskvoter for bl.a. kvælstof, og at alle dambrug fremover skulle reguleres på udledninger. Udvalgets anbefalinger er indført i en ny bekendtgørelse, men erhvervet mener, at den bør ændres, og det forventes, at der kommer en ny i løbet af 2014.

Regulering på udledninger er en nyskabelse i måden at regulere dambrug på. Og den er i god tråd med de danske erfaringer som viser, at vækst i akvakultur kræver nytænkning - både når nye teknologier skal udvikles, og når de skal reguleres i forhold til miljøet.

Flere muligheder for at øge produktionen i havbrug

Problemstillingen med regulering på udledning er anderledes for havbrug, fordi det ikke er teknisk muligt at rense vandet i havet. Derfor har Akvakulturudvalget foreslået forskellige måder at øge produktionen på.

Den ene bygger på "kompensationsopdræt", hvor havbruget suppleres med opdræt af muslinger eller tang. Læs mere i [kapitel 10](#).

Andre muligheder er at etablere anlæg, hvor kvælstofudledninger ikke er et tema. Det kunne være off-shore havbrug, som ligger uden for kystområderne, eller landbaserede anlæg. Alle tre modeller testes i Danmark, og der er derfor endnu ingen økonomiske eller praktiske erfaringer med dem.

Ålen er truet

Nedgangen i opdræt af ål skyldes primært, at åleopdræt fortsat må baseres på fangster af glasål, fordi ålen ikke yngler i fangenskab.

Læs mere i [kapitel 11](#) om anden akvakultur.



Skovsted Ålefarm. Foto: Skovsted Ålefarm.

Økologisk opdræt af muslinger er måske fremtiden

Lineopdræt af muslinger er den nyeste opdrætsform i Danmark. De første kommercielle mængder kom på markedet i 2004. Teknologien kræver meget arbejde, og produktionen er fordelt på en række mindre selskaber.

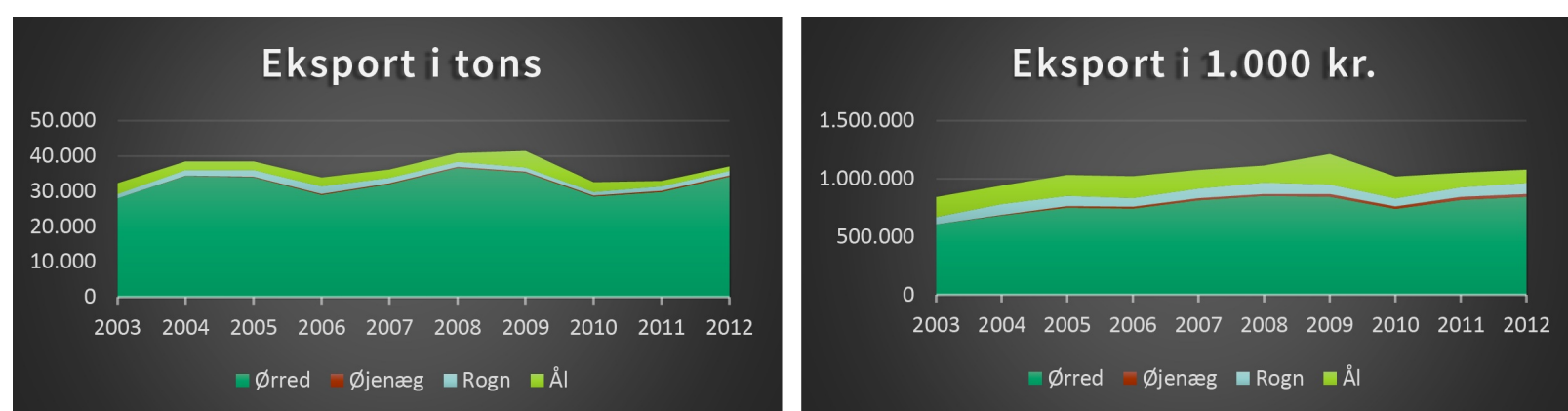
Læs mere i [kapitel 11](#) om anden akvakultur.

Tyskland er den største aftager

Det meste af den danske akvakulturproduktion eksporteres med Tyskland som det absolut største aftagerland. Eksporten udgøres af fire hovedkategorier:

- Ørreder fra dambrug og havbrug
- Rogn fra havbrug
- Øjenæg fra avlsbrug
- Ål fra åleopdræt.

Hertil kommer muslinger fra lineopdræt.



Figur 12.4: Udvikling i den danske akvakultureksport i tons (venstre) og kroner (højre). Kilde: Danmarks Statistik.

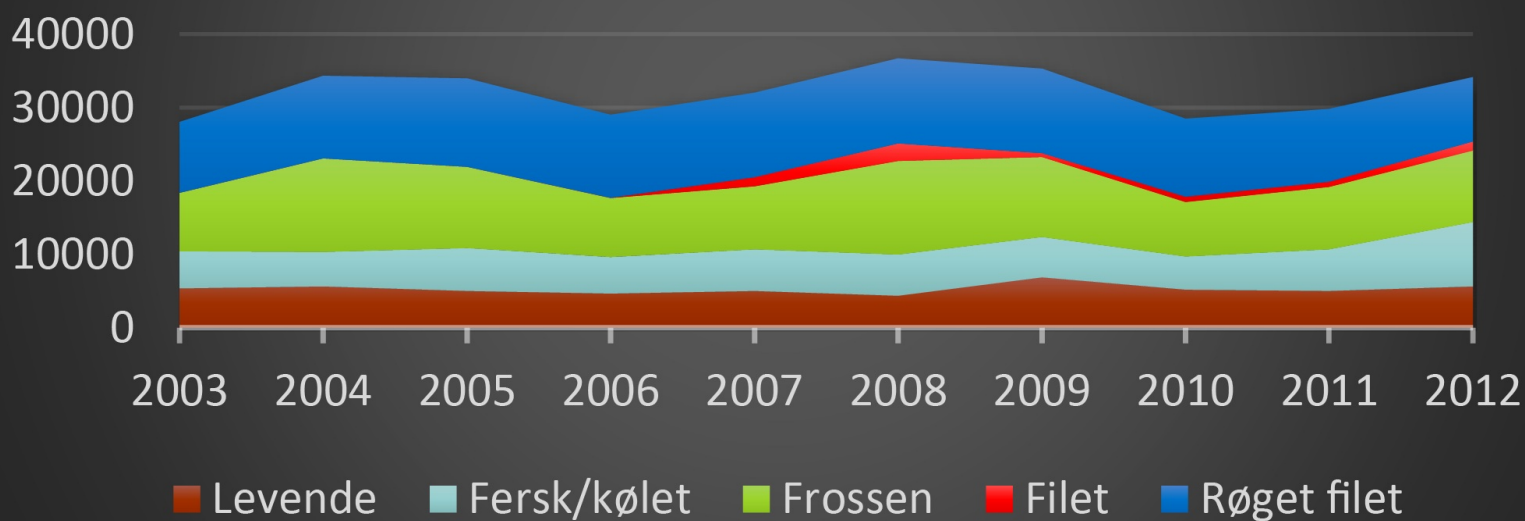
Ørreder er den største kategori, men det fremgår også, at eksporten af øjenæg, rogn og ål er relativt højere målt i kroner og ører. Det skyldes, at de sælges til højere priser. Eksporten i mængder er nogenlunde konstant, men værdien er steget.

Røgede ørredfileter er en god eksportvare

Der er en betydelig forarbejdning af ørreder i Danmark, og specielt røgede ørredfileter er en populær eksportvare. Råvaren er portionsfisk á ca. 300 gram, som leveres fra dambrug.

Den næststørste kategori er frosne råvarer, fx ørreder fra både dambrug og havbrug. Hertil kommer eksport af levende ørreder, ferske ørreder og frosne/ferske fileter.

Eksport af ørreder (tons levende vægt)

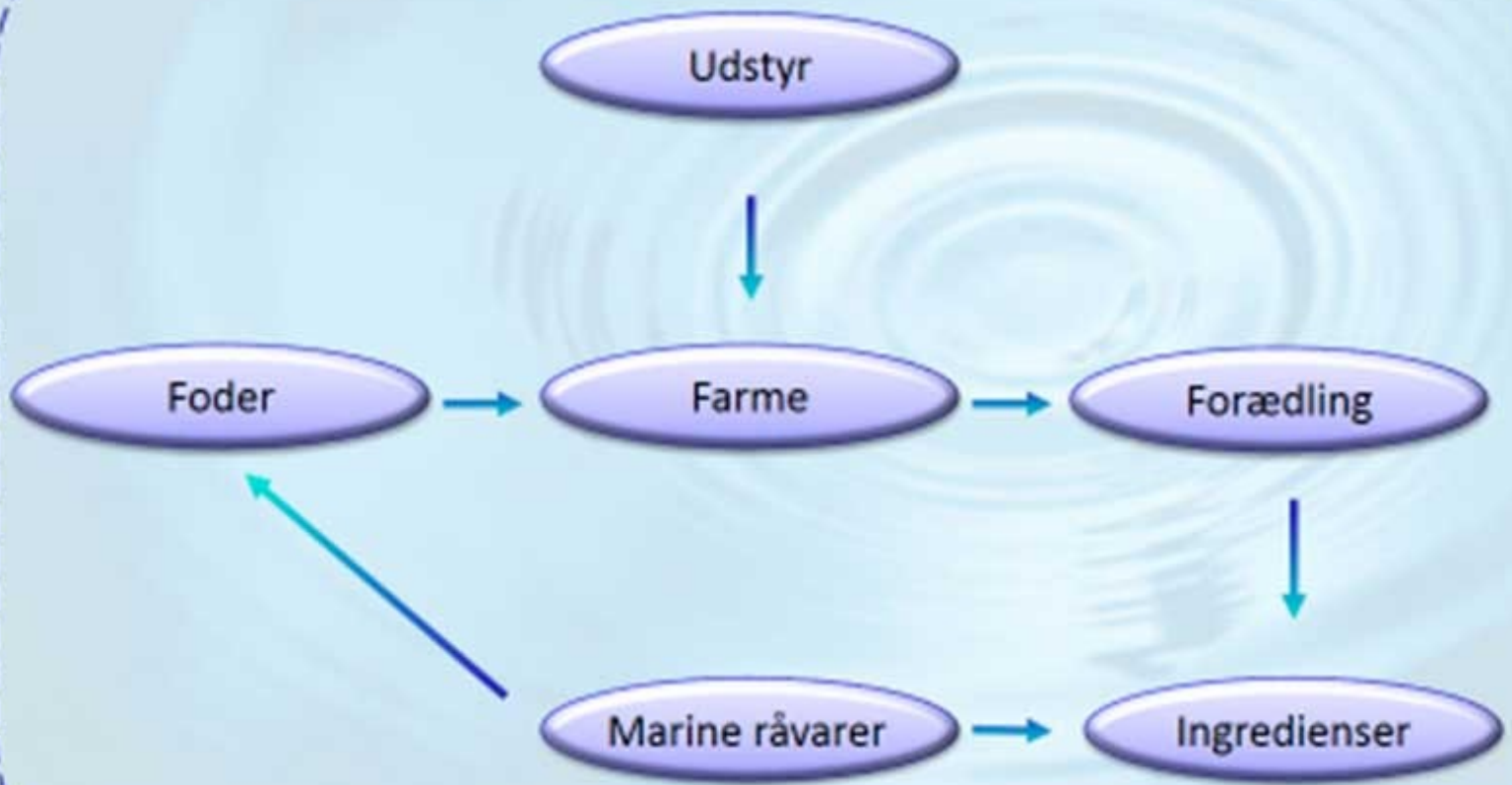


Figur 12.5: Eksport af forskellige ørredvarianter. Mængderne for de forskellige kategorier er omregnet til levende vægt, så der kan sammenlignes på tværs af de forskellige kategorier. (Kilde: Danmarks Statistik).

Akvakultur som en erhvervsklynge

Når et antal virksomheder fra forskellige brancher arbejder inden for et bestemt erhvervsområde, kan man kalde det en erhvervsklynge.

Den danske akvakulturklynge



Figur 12.6: Den danske akvakulturklynge.

Farme dækker over de fire forskellige opdrætsformer, dambrug, havbrug, åleopdræt og lineopdræt. Deres vigtigste leverandører er foderfirmaer, og firmaer som leverer teknisk viden og udstyr. Fiskefarmene sælger deres produkter til fabrikker, som forarbejder varerne og sælger dem eller til eksportører, som sælger de levende fisk.

Samarbejde styrker akvakulturen

De fleste af virksomhederne i den danske akvakulturklynge er fra Jylland. De arbejder sammen for at styrke udviklingen af dansk akvakultur ud fra en fælles idé om at "forsyne verden med sunde og ansvarligt opdrættede seafood- produkter".

Foderfirmaer, fiskefarme og forarbejdningsevksomheder/eksportører er organiseret i brancheforeningen Dansk Akvakultur.

De to danske foderfirmaer – BioMar A/S og Aller Aqua A/S – er blandt verdens førende. De har en samlet omsætningen på ca. 1,5 mia. kr., hvoraf hovedparten går til eksport. På globalt plan udgør den danskkontrollerede produktion ca. 1,1 mio. tons til en værdi af ca. 10 mia. kr.

De danske havbrug står både for produktion af fisk, forarbejdning og afsætning - mens dambrugene sælger deres fisk til næste led. De vigtigste virksomheder i Danmark er:

- Danforel A/S – røgede ørreder
- Agustson – røgede ørreder
- Freia Forellen - levende ørreder
- Ravnstrup - filet, fersk m.v.

De danske leverandører af udstyr er blandt de førende i verden inden for recirkulationsteknologier. De er organiseret i et selvstændigt netværk kaldet AquaCircle med en årlig omsætning på ca. en mia. kroner.



Hjarnø Havbrug. Foto: Hjarnø Havbrug.

Danmark har også en betydelig produktion og eksport af fiskemel og fiskeolie, som er vigtige ingredienser i fiskefoder. Virksomheder er organiserede i Marine Ingredients Denmark med en samlet årlig eksport på ca. tre mia. kroner:

- TripleNine Fish Protein A/S
- FF Skagen A/S
- Hanstholm Fiskemelsfabrik A/S
- P/F Havsbrún.

Desuden er der begyndende interesse for at udvikle nye produkter, fx omega-3 fedtsyrer og proteiner til den farmaceutiske industri.

Mange vigtige interessenter

En interessent er fx en organisation som kan påvirke udviklingen af dansk akvakultur. Fem vigtige kategorier af interessenter er:

- Politikere
- Staten
- Erhvervsorganisationer
- Forskningsinstitutioner
- NGO'er

Dansk lovgivning påvirkes i høj grad af EU, og derfor er både EU-Kommissionen og EU-Parlamentet vigtige for Dansk Akvakultur. Herhjemme er det fødevareministeren og miljøministeren, som fastlægger rammerne for erhvervet i samarbejde med Folketinget.

EU og den danske regering giver økonomisk støtte til udvikling af akvakultur. Det sker via den Europæiske Hav- og Fiskerifond. Støtten omfatter bl.a. anlægsinvesteringer, udredningsprojekter, kompetenceopbygning m.v.

Lokalpolitisk har kommunerne stor indflydelse på virksomhedernes vilkår i forhold til bl.a. miljøgodkendelser.

Den konkrete og faglige politik håndteres af diverse styrelser under miljøministeriet og fødevareministeriet. Kommunale embedsmænd er også vigtige for erhvervet.

Branchen har desuden relationer til en række beslægtede erhvervsorganisationer fx:

- Danish Seafood Association
- Danmarks Fiskeriforening
- Landbrug og Fødevarer
- FEAP (Federation of European Aquaculture Producers), som er en europæisk paraplyorganisation for fiskeopdrættere.

Dansk Akvakultur arbejder på at forbedre både produktionen og de færdige produkter. Derfor indgår branchen i en række udviklingsprojekter inden for relevante fagområder. De vigtigste samarbejdspartnere på vidensområdet er:

- Danmarks Tekniske Universitet (DTU Aqua og DTU Veterinærinstituttet)
- Københavns Universitet (Institut for Veterinær Sygdomsbiologi og Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi)
- Aarhus Universitet (DCE og AU Foulum)
- DHI, Orbicon
- Danmarks Statistik.

Endelig er der en række NGO'er, som også har betydelig indflydelse på erhvervets rammevilkår. Det drejer sig bl.a. om Danmarks Naturfredningsforening og Danmarks Sportsfiskerforbund.

Strategi for bæredygtig udvikling af akvakultur i Danmark 2014-2020

Baggrund

Den danske regering offentliggjorde i 2015 en strategi for bæredygtig udvikling af akvakultursektoren i Danmark. Strategien dækker perioden frem til 2021.

EU stiller krav om, at medlemslandene skal udarbejde nationale strategier for bæredygtig udvikling af akvakultur. Strategien indgår i grundlaget for hav- og fiskeriprogrammet.

Strategiske mål

I strategien opstilles følgende mål for udviklingen i dansk akvakultur

1. Produktion

Der lægges op til, at produktionen skal øges med over 11.000 tons fisk og skaldyr og, at op imod 10 % af produktionen skal være økologisk i 2020.

2. Miljø

Væksten skal ske inden for det miljømæssige råderum, og regeringen vurderer, at udledningen af kvælstof pr. kg produceret fisk er reduceret med op mod 20 % i 2020.

3. Eksport

Værdien af eksport af fisk og skaldyr vurderes at være forøget med mindst 25 % i 2020 i forhold til 2012. Det vurderes videre, at værdien af eksport af foder, ingredienser og teknologi til akvakultursektoren er steget med op imod 200 % i 2020.

Det skønnes, at strategien vil skabe op imod 50 arbejdspladser i primærsektoren og op imod 300 arbejdspladser i foder- og teknologisektoren.

Seks pejlemærker

I strategien opstilles der seks såkaldte "pejlemærker", som dækker over de indsatser, der skal sikre, at målene indfries.

Pejlemærke 1: Servicetjek af administrationsgrundlag

Vækst i akvakultur afgrænses af bl.a. vandplaner, naturplaner og havstrategien. Disse regler sætter rammer og begrænsninger for dels udledninger af næringsstoffer til vandmiljøet og dels mulighederne for placeringer af nye opdrætsanlæg.

Derfor vil regeringen som led i strategien give administrationsgrundlaget for akvakulturområdet et såkaldt "servicetjek" for at kortlægge mulighederne for at forbedre og forenkle regler og procedurer for etablering af akvakulturproduktion.

I strategien nævnes følgende konkrete tiltag for 2015:

1. Justere dambrugsbekendtgørelsen.
2. Udarbejde en vejledning om havbrug og anvendelse af kompensationsopdræt.
3. Udarbejde vejledning om hhv. udslip fra havbrug og transport af fisk til og fra havbrug.
4. Gennemføre en zoneplanlægning for placering af akvakulturanlæg.
5. Oprettet et dialogforum med deltagelse af erhvervet, grønne organisationer og andre relevante organisationer.

Pejlemærke 2: Placering af akvakulturanlæg

Placering af akvakulturanlæg skal vurderes i forhold til en række generelle faktorer, herunder f.eks. andre erhvervsinteresser, rekreative fritidsinteresser, sejlrufter m.v.

Det kan tage lang tid, men man kan fremskynde processen, hvis der på forhånd er lavet en vurdering af mulige placeringer af nye anlæg.

Der skal i en sådan planlægning skelnes med placering af anlæg til vand og til lands.

Placering af anlæg på havet

Der skal her udpeges et antal zoner på havet til nye anlæg. Det indebærer, at placeringerne skal vurderes dels i forhold til de miljømæssige konsekvenser og dels i forhold til andre interesser. De første zoner forventes at være på plads i løbet af 2016.

Placering af anlæg på land

Det vil være en fordel, hvis kommunerne udpeger lokaliteter til akvakulturanlæg i kommuneplanlægningen og, hvis de medtager akvakultur i deres erhvervsstrategier.

Det fremgår derfor af strategien, at regeringen vil kunne hjælpe kommunerne med at udveksle erfaring om udarbejdelse af erhvervsstrategier og vækstplaner og om at indarbejde disse i kommuneplanlægningen.

Pejlemærke 3: Forskning, udvikling og innovation

Her listes en række områder, hvor der bør satses på mere forskning, udvikling og innovation.

Det drejer sig bl.a. om følgende områder:

- Recirkuleringsteknologi, herunder også saltvandbaserede anlæg.
- Off-shore havbrug på "åbent hav".
- Produktion af tang og muslinger
- Alternativer til fiskemel og fiskeolie i fiskefoder
- Veterinærforhold f.eks. fiskevelfærd samt forebyggelse og behandling af sygdomme
- Opdræt af "andre" arter

Pejlemærke 4: Øget anvendelse af ny teknologi

Anvendelse af ny teknologi kan gøre branchen mere ressourceeffektiv og, det kan også styrke branchens konkurrenceevne. Det er også relevant i forhold f.eks. offshore havbrug m.v.

Strategien bygger på en vision om at øge produktionen i anlæg med fuldt recirkulation.

Derfor lægges der i strategien op til, at der skal ydes støtte til investeringer i miljøeffektive og konkurrencedygtige teknologier, herunder også økologi.

Pejlemærke 5: Uddannelse

Uddannelse er en vigtig faktor for udvikling af akvakultursektoren. Der henvises således i strategien til studier, der viser, at bedre management kan medføre en optimering af produktionen med bedre driftsøkonomi og mindre miljøbelastning med helt op til en faktor 10.

Behovet for uddannelse styrkes også af, at der over de senere år er udviklet og implementeret nye og moderne opdrætsteknologier i den danske akvakultursektor og, at der sker en strukturudvikling mod færre med større anlæg.

Erhvervet udfordres desuden af en stigende gennemsnitalder, så der er behov for at tiltrække ny arbejdskraft.

Derfor indgår det i strategien, at regeringen vil vurdere mulighederne for at oprette permanente uddannelses tilbud om akvakultur.

Pejlemærke 6: Produkt- og markedsudvikling

Fisk og skaldyr fra akvakultur afsættes primært på eksportmarkederne.

Her gælder der, at forbrugerne har fokus på fødevarer sikkerhed, sundhed, økologi, bekvemmelighed, funktionelle fødevarer og pris.

Der er behov for at øge indsatserne på markedssiden.

Derfor indgår det i strategien, at der satses mere på produkt- og markedsudvikling.

Pejlemærke 7: Eksport af fisk, foder og teknologi

Der er et stort potentiale for at øge eksporten af fisk, foder og teknologi fra dansk akvakultur.

Akvakultur indgår derfor også i fødevareministeriets strategi for "Eksportfremmeindsatser for fødevareklyngen".

Derfor lægges der i strategien op til et styrket samarbejde mellem producenter og myndigheder om eksportmuligheder og målrettede eksportfremstød på udvalgte markeder.

Spørgsmål

1. Hvilken periode dækker strategien?
2. Hvilke mål opstiller strategien?
3. Hvilke indsatser lægger strategien op til?

Kapitel 13: Arbejdsmiljø

Arbejdsmiljø på akvakulturanlæg

Generelt set er de danske akvakulturanlæg meget sikre arbejdspladser. Der optræder og anmeldes kun få arbejdsulykker. Indtil for bare få år siden var arbejdet på danske akvakulturanlæg meget fysisk krævende. Store dele af arbejdet foregik ved håndkraft, f.eks. fodring, sortering og levering af fiskene. Det gav mange tunge løft med risiko for ryglidelser m.m.

I dag er mange af de fysisk krævende arbejdsgange blevet mekaniseret, og især på nyere anlæg består det meste af arbejdet af overvågning, registrering og simpel betjening af maskiner.

Arbejdsmiljøet på den enkelte virksomhed

Der er en lang række regler på arbejdsmiljøområdet. Som virksomhedsleder har man ansvaret for:

- at arbejdspladsens er indrettet lovligt
- at alle ansatte kender reglerne
- at afskærmninger og beskyttelsesudstyr fungerer.

En sikker arbejdsplads kræver et godt samarbejde mellem ledelsen og de ansatte. Dialog og fælles forståelse for problemer og løsninger er afgørende for et godt og sikkert arbejdsmiljø.

Arbejdsmiljølovgivningen

Love og regler på området er meget omfattende. Nogle regler beskriver, hvordan virksomheden skal styre arbejdsmiljøet, andre opsætter de formelle krav, og atter andre beskriver det faktiske arbejdsmiljø.

Tabel 13.1: Oversigt over de forskellige områder, og hvad de kan indeholde. Kilde: Arbejdsmiljø i dambrug, SEGES.

Overordnede regler i arbejdsmiljøloven og anden lovgivning	Formelle lovkrav = Dokumentationskrav (Egen indsats)	Materielle lovkrav = Det faktiske arbejdsmiljø
<ul style="list-style-type: none">• Arbejdsmiljø er en ledelsesopgave	<ul style="list-style-type: none">• Arbejdsmiljøorganisation (AMO)	<ul style="list-style-type: none">• Velfærdsforanstaltninger – spiseplads, toiletforhold mv.

- Inddragelse af medarbejderne
- Planlægning og indretning af arbejdssteder
- Instruktion
- Virksomheder hvor der ikke er ansatte
- Anden relevant lovgivning - Bygningsreglement mv.

- Valg af arbejdsmiljørepræsentant (AMiR)
- Årlig arbejdsmiljødrøftelse
- Arbejdspladsvurdering (APV)
- Sygefraværssamtaler
- Arbejdspladsbrugsanvisninger for kemi (APB)
- Anmeldelse af arbejdsulykker
- Regler om trucks mv.
- Eftersyn af maskiner og andre tekniske hjælpemidler
- Brugsanvisninger til anlæg mv.
- Skriftlig rygepolitik
- Øvrig dokumentation fx:
- Eftersynsrapporter på automatiske porte og trucks mv.
- Dokumentation for egne eftersyn af maskiner
- Dokumentation for lovpligtige uddannelser

- Forebyggelse af arbejdsulykker
- Risiko for at drukne
- Adgangsveje
- Arbejde i højden
- Afskærmning med maskiner mv.
- Risiko ved elinstallationer
- Ergonomi - tunge løft og arbejdsstillinger
- Støj
- Kulde og træk
- Biologiske risikofaktorer
- Håndtering af kemikalier og medicin
- Personlige værnemidler
- Trucks og andre små køertøjer
- Psykiske risikofaktorer herunder beredskabsplaner

At være ansat på dambrug

Som ansat på dambrug skal man være opmærksom på, at man har en række forpligtelser mht. arbejdsmiljø. Er man under 18 år er der også specielle forhold, som man skal tage hensyn til, f.eks. ved håndtering af nogle af de kemikalier, som anvendes i dagligdagen.

Arbejdsmiljødrøftelse.

Man har som ansat krav på en årlig arbejdsmiljødrøftelse, hvor man sammen med virksomhedens ledelse taler om arbejdsmiljøet på arbejdspladsen.

APV

På virksomheden skal der være udarbejdet en Arbejdspladsvurdering, i daglig tale en APV. Den laves helt specifikt for at få styr på arbejdsmiljøet på den enkelte virksomhed og skal indeholde:

1. En kortlægning af virksomhedens arbejdsmiljøproblemer
2. Beskrivelse og vurdering af virksomhedens arbejdsmiljøproblemer
3. Arbejdsbetinget sygefravær
4. Handlingsplan med prioritering til løsning af virksomhedens arbejdsmiljøproblemer
5. Opfølgning, der fortæller, hvordan der skal følges op på handlingsplanen.

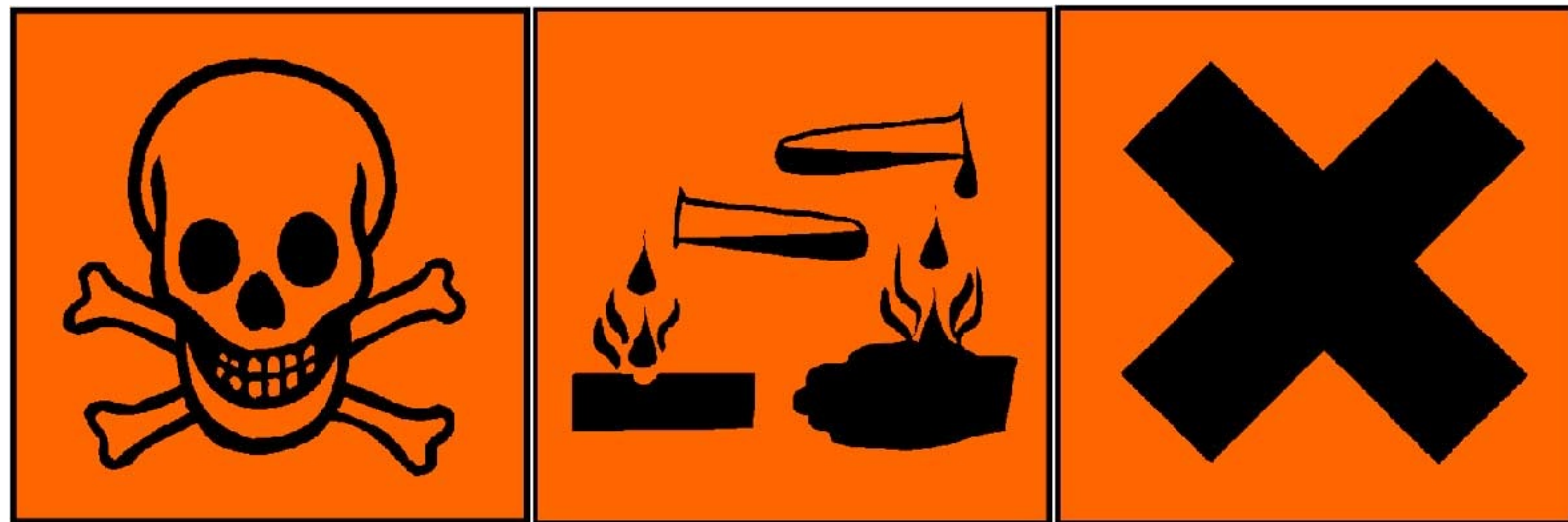
APV skal laves hvert tredje år, eller når der sker ændringer i arbejdet, som har betydning for sikkerhed og sundhed på arbejdspladsen.

Læs mere på [Arbejdstilsynets hjemmeside](#).

APB

For samtlige faremærkede stoffer og materialer skal der udarbejdes en Arbejdspladsbrugsanvisning, APB, som består af:

1. Leverandørens sikkerhedsdatablad
2. Virksomhedens specifikke oplysninger om anvendelse, værnemidler, nødforanstaltninger osv.



Figur 13.1: Eksempler på faremærker. Se flere på [Miljøstyrelsens hjemmeside](#)

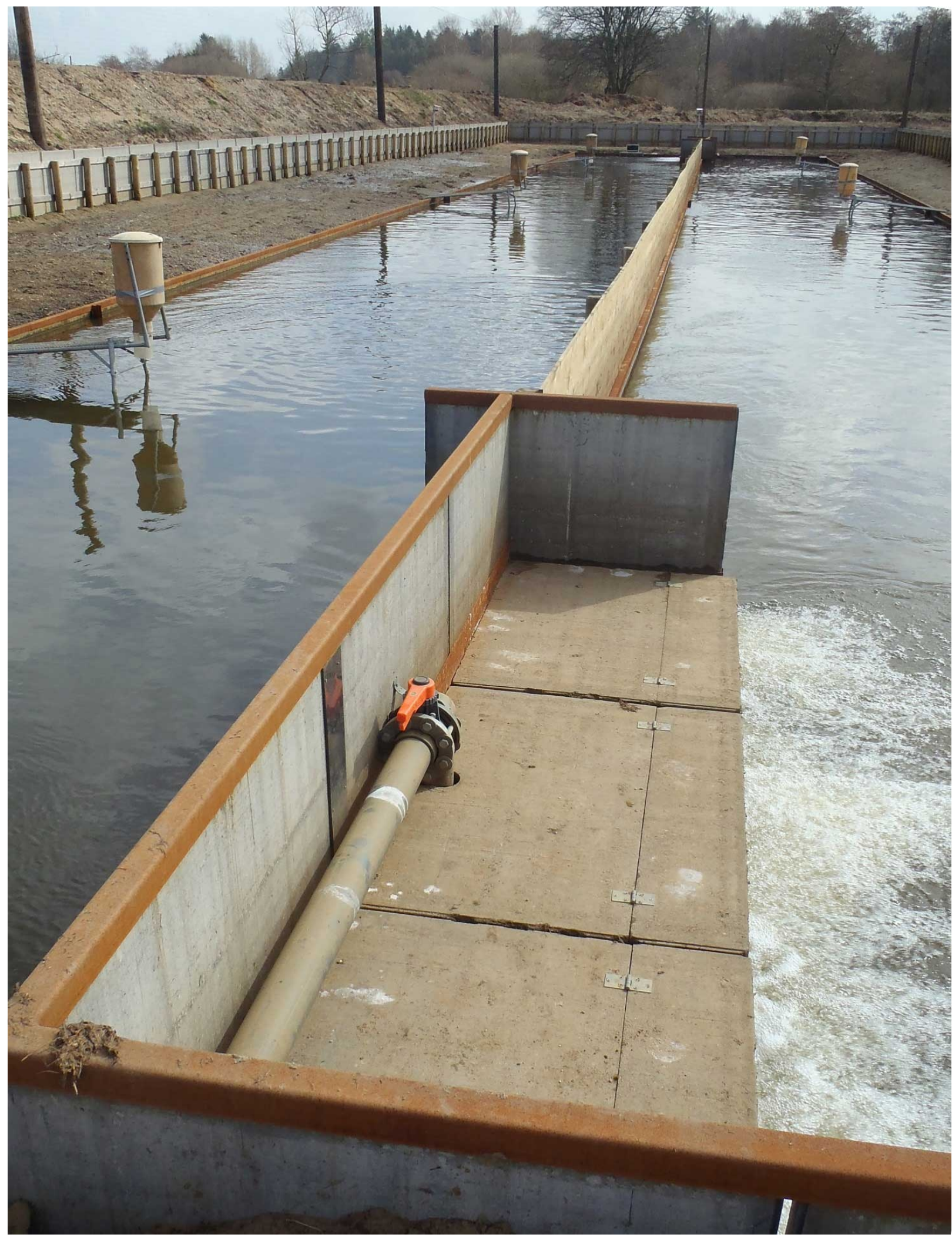
Læs mere på [Arbejdstilsynets hjemmeside](#).

Tre forhold man skal være specielt opmærksom på

Airlifte

På mange dambrug anvendes airlifte. Det er åbne brønde, hvor der i dybder på typisk 2-4 m blæses store mængder luft i vandet. Luften tilfører ilt og driver vandet frem.

Problemet med airliftene er, at vand, som indeholder meget luft, ingen bæreevne har. Det er meget vanskelig eller helt umuligt at svømme i. Derfor skal området altid være afskærmet oven over eller lige under vandoverfladen.



Formaldehyd

På mange danske dambrug anvendes formalin (formaldehydopløsninger) for at forebygge sygdomme hos fiskene. Formaldehyd er klassificeret som kræftfremkaldende, sundhedsskadelig eller giftig.

Unge under 18 år må ikke arbejde med formalin. Ved omhældning, dosering og anden håndtering skal man passe særligt på og følge sikkerhedsforanstaltningerne, som f.eks. er at bruge korrekte handsker, beskyttelsesbriller og åndedrætsværn.

Brug af formalin er underlagt et substitutionskrav. Det betyder, at man ikke må anvende formaldehyd, hvis man har mulighed for at erstatte stoffet med et andet.

FORMALIN 24%

STABILISERET med METHANOL
INDHOLD: 25kg

OPBEVARES FROSTFRIT

EF-ETIKET: 200-001-8

FARLIG VED INDÅNDING, VED HUDKONTAKT OG VED INDTAGELSE.
IRRITERER ØJNENE,
ÅNDEDRÆTSORGANERNE OG HUDEN.
MULIGHED FOR KRÆFTFREMKALDENDE EFFEKT.
KAN GIVE OVERFØLSOMHED VED KONTAKT MED HUDEN.



SUNDHEDSSKADELIG

VED ULYKKESTILFÆLDE ELLER ILDEBEFINDENDE, ER OMGÅENDE LÆGEBEHANDLING NØDVENDIG; BRUG SÆRLIGT ARBEJDSTØJ OG EGNEDE BESKYTTELSESHANDSKER.
MÅ KUN BRUGES PÅ STEDER MED GOD VENTILATION.

S.SØRENSEN – THISTED

Tigervej 11, DK-7700 Thisted tlf.97922622 fax 97910522

Weils syge

Weils syge skyldes infektion med en lille spiralformet bakterie kaldet *Leptospirose*. Mange rotter bærer bakterien uden symptomer. Mennesker kan blive smittet, når man rører ved steder, hvor rotter har tisset og derved får bakterien ind i sår eller mikroskopiske rifter i huden. Smitterisikoen er større, hvis huden er våd og opløst.

Da rotter er meget almindelige på og omkring dambrug, er der større risiko for at få denne sygdom, når man arbejder på et anlæg. Infektionen kan give alvorlig sygdom og i værste tilfælde ende med døden. Hurtig behandling, helst inden for de første 3-4 dage, er afgørende for forløbet. Allerede ved mistanke om sygdommen, bør penicillinbehandling sættes i gang.

Sjælden sygdom

Det er vigtigt gøre lægen opmærksom på, at man kan være ramt af Weills syge. Læger møder sjældent sygdommen, fordi der kun er få tilfælde hvert år i hele Danmark. Sygdommen bliver ofte forvekslet med influenza, fordi symptomerne i begyndelsen er meget ens.

Forebyggelse af sygdommen sker først og fremmest ved at bekæmpe rotterne på og omkring dambrugene. Desuden er det vigtigt at bruge arbejdstøj og handsker, så huden kommer mindst mulig i kontakt med vandet.

Navn:

CPR-nr.:

Indehaveren af dette kort er beskæftiget med arbejde ved vandløb. Ved lægekonsultation henledes opmærksomheden på, at der for de beskæftigede sådan et sted er infektionsrisiko med Weills syge.

Weills syge:

Inkubationstid: 3-17 dage. Sygdommen begynder pludseligt med kulderystelser, høj feber, medtaget almentilstand, hovedpine, kvalme og muskelsmerter. Efter nogle dages forløb kan der yderligere udvikle sig gulsot og svigtende urinproduktion.

Tidlig iværksat behandling (før 3. sygdomsdag) er af afgørende betydning for hurtig helbredelse.

Figur 13.2: Kort man kan printe ud og opbevare sammen med sit sundhedskort. Ved influenzasymptomer er det vigtigt at vise kortet til lægen.

Spørgsmål:

1. Hvad er en APV?
2. Hvorfor skal man være forsigtig, når man færdes omkring en airlift?
3. Hvordan spredes Weills syge?

Kapitel 14: Certificeringsordninger i akvakultur

Økologisk akvakultur

I Danmark og i de fleste andre EU lande er der godkendt økologisk produktion af opdrætsfisk og skaldyr – f.eks. ørreder. Fiskene bliver opdrættet på linje med tilsvarende produktion af blandt andet økologiske kyllinger.

Dansk Akvakultur har siden 1997 arbejdet med at udvikle økologisk opdræt som en vigtig del af det danske akvakulturerhverv. I 2014 befinder dansk økologisk opdræt af ørred sig blandt top-3 i Europa, og produktionen af økologiske blåmuslinger på line følger hastigt efter.



Skravad Mølle Dambrug. Et af Danmarks to første økologiske dambrug. Foto: Villy J. Larsen.

Se film om dansk økologisk fiskeopdræt:

Øko... for en fisk?



1:15 / 13:18



Dansk Akvakultur, www.youtube.com/watch?v=X3c-3Gabof4



0:17 / 4:15

Økologisk landsforening, www.youtube.com/watch?v=X6NhJ1OPVd8

10 % økologi er målet

Dansk Akvakulturs strategi for udvikling af økologisk fiskeopdræt indeholder bl.a. følgende mål for 2018:

1. Mindst 10 % af produktionen skal være økologisk
2. Eksportandelen heraf skal være mindst 50 %
3. Opdræt af mindst tre økologiske arter
4. Danmark skal være EU's førende producent af økologisk fiskefoder.



Stats-
kontrolleret
økologisk

Figur 14.1: Det røde Ø-mærke fortæller, at de danske myndigheder har ført kontrol med den virksomhed, der sidst har forarbejdet, pakket eller mærket et økologisk produkt.



Figur 14.2: Når en fødevarer er mærket med EU's økologilogo, viser det, at varen er økologisk og er produceret og kontrolleret efter retningslinjerne i EU's økologiforordning.

Tabel 14.1: Udviklingen i dansk økologisk akvakultur.

Art	Produktion (tons)			Anlæg	Målsætning 2018
	2005	2010	2014		
Ørred: Dambrug	Ca. 50	Ca. 300	Ca. 700	10	Ca. 2.500
Ørred: Havbrug	-	-	Ca. 225	2	Ca. 1.000
Blåmusling: Line	-	-	Ca. 300	3	Ca. 100
Tang: Line	-	-	?	?	10 % af produktionen
Flodkrebs	-	-	?	?	10 % af produktionen

Laks dominerer den økologisk produktion

Tabel 14.2: Økologisk akvakultur i EU. (Kilde: The status of European Organic Aquaculture, 2013, Aquaculture Europe). 1 Kilde: Organic Aquaculture 2009 – Production and Markets.

Art	Produktion i EU 2012 (tons)	Bemærkninger
Laks	20.600	
Ørred: Dambrug ¹	1.617	Produktion i Danmark
Ørred: Havbrug ¹	400	Produktion i Danmark

Karper	7.200	Tal fra 2009 ¹
Tilapia	700	Tal fra 2009 ¹
Guld-/havbars	1.314	
Rejer	8.800	Tal fra 2009 ¹
Blåmusling	Ca. 3000 (dækker alle muslinger)	Tal fra 2009 ¹

Produktion af økologiske ørreder:

- Er ekstensiv i forhold til den konventionelle produktion af opdrætsfisk
- Har fokus på dyrevelfærd og bæredygtighed
- Anvender ikke GMO og syntetiske farvestoffer
- Minimerer anvendelsen af medicin og kemikalier i produktionen
- Sikrer at forbrugeren ved, hvem producenten er.



Ferske økologiske opdrætsørreder. Foto: Fiskehuset Thisted.

Udvalgte krav og regler for økologiske ferskvandsdambrug

Regelsættet for økologisk akvakultur udgøres af en [EU forordning](#) og en dansk [bekendtgørelse om økologiske fødevarer og økologisk akvakultur m.v.](#)

Der stilles en række skrappe krav til økologisk opdræt i forhold til det konventionelle:

Tabel 14.3: Udvalgte krav og regler for økologiske og konventionelle dambrug (kilde: Dansk Akvakultur).

	Økologisk	Konventionel
Bestandstæthed	Max 25 kg fisk pr. m3 vand	Ingen særlige krav
Kemiske hjælpestoffer til desinfektion mv.	Positivliste for tilladte stoffer i økologisk produktion. Forbud mod brug af f.eks. formalin, kloramin og blåsten.	Mange forskellige stoffer kan bruges – f.eks. formalin, kloramin og blåsten.

Beskyttelse mod skadevoldende vildt	Fugle og rovdyr – f.eks. odder og mink – holdes ude med f.eks. net.	Krav om indhegning mod måger og hejrer
Foder	Fiskemel og -olie fra bæredygtigt fiskeri. Plantedelen skal være økologisk. Ingen GMO.	Ingen tilsvarende krav. GMO tilladt.
Farvestoffer i foder	Forbud mod kunstige farvestoffer. Naturlige farver fra f.eks. rejeskaller er tilladt i mindre omfang.	Kunstige farvestoffer tilladt.
Brug af antibiotika	Tilladt i meget begrænset omfang og sjældent brugt. Behandling kræver dyrlægeordinering. Dobbelt tilbageholdelsestid ved anvendelse af antibiotika. Krav om sundhedsrådgivning af dyrlæge.	Ingen grænser for antal behandlinger. Behandling kræver dyrlægeordinering Krav om normal tilbageholdelsestid. Ikke krav om sundhedsrådgivning.
Energiforbrug	Vedvarende energikilder skal bruges, hvis det er muligt.	Ingen særlige krav.
Vandkvalitet i produktionsanlæg	Krav til vandkvaliteten i anlægget - f.eks. min. 60 % iltmætning i damme.	Ingen særlige krav
Kvalitet af vand som udledes til åer eller bække.	Krav om rensning og miljøgodkendelse. Økologirapport tilbagekaldes, hvis alle miljøkrav ikke overholdes	Samme krav, men uden risiko for at økologirapport kaldes tilbage.

Den økologiske produktion leverer mange forskellige varer til forbrugerne, fordi en række arter sælges som fersk, frossen, røget, gravad og som farsprodukter eller ingredienser i færdigretter. Dog ikke vilde fisk fra havet, da der endnu ikke er et økologisk regelsæt for disse.



Produkter af økologiske havbrugsørreder. Foto: Bisserup Havbrug.

Supplerende materiale:

Rapporter fra faglige projekter:

- [Introduktion af økologi og kvalitetsmærkning på danske pionerdambrug](#)
- [ØKOFISK II](#)
- [ORAQUA – WP4](#)

På [Dansk Akvakulturs hjemmeside](#) kan du læse mere om økologisk opdræt i denne pjece.

Læs mere om [regler, anlæg, produkter, forhandling m.m.](#)

Facebookgruppen [Danske økologiske fisk og skaldyr.](#)

ASC Certificering

ASC (Aquaculture Stewardship Council) er et anerkendt, internationalt miljømærke, som sikrer, at fisk er opdrættet miljømæssig og socialt ansvarligt.

ASC mærket stiller skrappe miljøkrav for brug af ferskvand, herunder at det vand, som tages ind og udledes fra dambrugene, kontrolleres og renses. Der må ikke foregå ulovlig eller forkert anvendelse af medicin og kemikalier, og fisk skal opdrættes skånsomt, så risikoen for stressede og syge fisk begrænses.

Brugen af foder skal dokumenteres, og på sigt må der kun benyttes foder, der ikke er produceret af fisk fra overfiskede vildtlevende arter. ASC-certificering sikrer, at der ikke er negative effekter på natur og landskab ved etablering af nye anlæg, og at der tages hensyn til arbejdsforhold og lokalsamfundet.

Ansvarligt akvakultur er én af de mest bæredygtige måder at brødføde verden på. Det kan ASC fremme, og der er indtil videre udviklet ASC standarder for 12 arter, herunder bl.a. ferskvandsørred, laks, tilapia, pengasius, muslinger og varmvandsrejer.



Figur 14.3: ASC's grønne mærke.

Nogle af de væsentligste ASC-parametre er:

- Et begrænset forbrug af kemikalier
- At undgå stressede og syge fisk, der kan smitte vilde bestande
- At begrænse forbrug af ferskvand og energi til pumper
- At benytte fiskefoder der ikke er produceret af overfiskede arter
- At undgå ændringer af hav- eller landmiljø omkring dambrugene
- At produktionen tager hensyn til arbejdsmiljø og lokalsamfundet.

ASC-certificerede dambrug

Dambrug kan blive certificeret efter standarden og manualen for ferskvandsørred. Standarden dækker seks principper:

1. Lovgivning
2. Natur og habitat
3. Vandmiljø
4. Fiskehelse
5. Affald og ressourcer
6. Arbejds miljø og sociale forhold



Ilmåling ved auditering af Ejstrupholm Dambrug. Foto: Lisbeth Jess Plesner, Dansk Akvakultur.

Et dambrug, der ønsker at blive certificeret, skal kunne dokumentere, at standardens krav er overholdt, hvorefter et uafhængigt certificeringsbureau kan foretage certificeringen. Fokus på

åbenhed indebærer, at certificeringsrapport, årlige medicinforbrug m.v. skal være offentligt tilgængelig på en hjemmeside.

Dansk Akvakultur har en målsætning om, at alle konventionelt opdrættede ørreder fra dambrug til detailsalg skal være ASC-certificerede. Det kræver, at mange anlæg certificeres i 2014 og 15.



Christiansminde er et de første ASC-certificerede dambrug. Foto: Lisbeth Jess Plesner, Dansk Akvakultur.

ASC-certificerede havbrug

Havbrug og saltvands-indpumpningsanlæg kan blive certificeret efter laksestandarden og laksemanualen. Det skal dokumenteres, at en lang række krav er overholdt, at der foregår en uafhængig audit, og at en række oplysninger er offentligt tilgængelige.

Faktaboks:



Fakta om ASC-mærkningen.

- Etableret i 2009 af WWF og Dutch Sustainable Trade Initiative (IDH).
- Standarderne bliver uafhængigt udviklet af ASC via de såkaldte akvakulturdialoger (dvs. arbejdsgrupper), som begyndte i 2004.
- WWF koordinerer disse grupper. Flere end 2.000 personer og en lang række organisationer og sektorer deltager i de globale dialogprocesser.
- Der er udviklet ASC-standarder for 12 arter, herunder: Laks, ørred varmtvandsrejer, pangasius, tilapia, abalone og en række arter af skaldyr.

- Etableret i 2009 af WWF og Dutch Sustainable Trade Initiative (IDH).
- Standarderne bliver uafhængigt udviklet af ASC via de såkaldte akvakulturdialoger (dvs. arbejdsgrupper), som begyndte i 2004.
- WWF koordinerer disse grupper. Flere end 2.000 personer og en lang række organisationer og sektorer deltager i de globale dialogprocesser.
- Der er udviklet ASC-standarder for 12 arter, herunder: Laks, ørred varmtvandsrejer, pangasius, tilapia, abalone og en række arter af skaldyr.

ASC-opdrættede ørreder produceres under forhold, der sikrer:

- At foderet kommer fra ikke overfiskede bestande
- At lovgivningen er overholdt
- At produktionen ikke skader naturen
- En bæredygtig udnyttelse af ressourcer
- Fiskevelfærd
- Et godt arbejdsmiljø
- At virksomheder engagerer sig lokalt.

Mere information om ASC:

- [ASC](#)
- [WWF](#)

Standarder og manualer:

- [Ferskvandsørred Standarden](#)
- [Ferskvandsørred Manualen](#)
- [Lakse Standarden](#)
- [Lakse Manualen](#)

Andre certificeringsordninger:

Der findes andre certificeringsordninger for akvakultur. De er forskellige, men grundlæggende har de alle fokus på beskyttelse af miljø, dyrevelfærd og sundhed samt bæredygtighed og social ansvarlighed.

Global GAP

[GAP](#) er en forkortelse for Good Agricultural Practice. Standarden omsætter forbrugernes krav til produktionspraksis hos f.eks. dambrugere og landmænd.

GAP er ret omfattende med mange betingelser. Der bliver således stillet krav til bl.a.:

- Moderfisk og æg/yngel
- Brug af hjælpestoffer mm.
- Sygdomskontrol
- Miljø- og naturbeskyttelse
- Vandbehandling/rensning
- Kvalitetskontrol/Sporbarhed
- Ansattes sundhed, sikkerhed og velfærd

[GLOBALG.A.P.](#) er en business to business standard, dvs. det kun er primærproducenter, der kan søge om at blive certificeret efter GLOBALG.A.P. Den dækker hele produktionsprocessen for de certificerede produkter, til de forlader opdrætsanlægget.

Certificeringen skal foretages af en godkendt virksomhed. I Danmark er det DANAK, som er udpeget af Sikkerhedsstyrelsen.

GLOBALG.A.P.

Figur 14.4: Standarden er anerkendt blandt mange aftagere verden over og omfatter mere end 100.000 producenter i over 100 lande.

Friend of the Sea

[Friend of the Sea](#) er en non-profit NGO (ikke-statslig organisation). Den finansieres af afgifter for brug af Friend of the Sea logo'et og fra sponsorer.



Figur 14.5: Friend of the Sea er den eneste internationale ordning, som med samme logo kan certificere produkter fra både vildfangst og opdræt.

Standarden udvikles af en Rådgivende komite, der består af 30 personer fra hele verden med repræsentation fra alle NGO'er, forskere, producenter, eksportører, myndigheder.

Komiteen er i princippet åben for alle. Den laver udkast til kriterier, der sendes i høring hos de største NGO'er og interessenter. Kriterierne skal som minimum følge FAO's retningslinjer for miljømærkning af fisk og fiskeprodukter fra fiskeri.

Bæredygtighed i produktionen

Både vildfangede og økologisk opdrættede fisk kan certificeres. Mærket skal signalere bæredygtighed i produktionen, og Friend of the Sea er den eneste ordning, der certificerer både fiskemel/-olie og fiskefoder.

Friend of the Sea stiller f.eks. følgende krav til akvakultur produktion:

- Anlægget skal have en positiv miljøvurdering og må ikke påvirke habitater

- En handlingsplan for vand, energi og foder skal være implementeret
- Foderet skal være certificeret efter Friend of the Sea
- Udslip af fisk skal reduceres til et minimum
- Ingen brug af vækst hormoner og GMO
- Ingen brug af anti-fouling maling, medmindre det ikke skader miljøet
- Praktisering af social ansvarlighed.

Auditering/kontrol foretages af ISO certificeret certificeringsbureau, f.eks. Bureau Veritas, som er godkendt af Friend of the Sea.

Sustainable Eel Standard

Ålen er på listen over kritisk truede arter hos Den Internationale Union for Naturbeskyttelse (IUCN), og derfor er det blevet vanskeligt og dyrt at skaffe glasål til åleopdræt.

EU indførte i 2007 handlingsplaner, som blandt andet skal sikre en større bestand af gydevandrende ål til havet. Desuden er der initiativer fra et netværk som omfatter fiskere, opdrættere, forskere, natur- og miljøorganisationer, politikere, forbrugere m.m. Netværket er en non-profit organisation kaldet Sustainable Eel Group (SEG).



www.sustainableeelgroup.com

Figur 14.6: SEG står bag Sustainable Eel Standard (SES), som er en certificeringsstandard for ål.

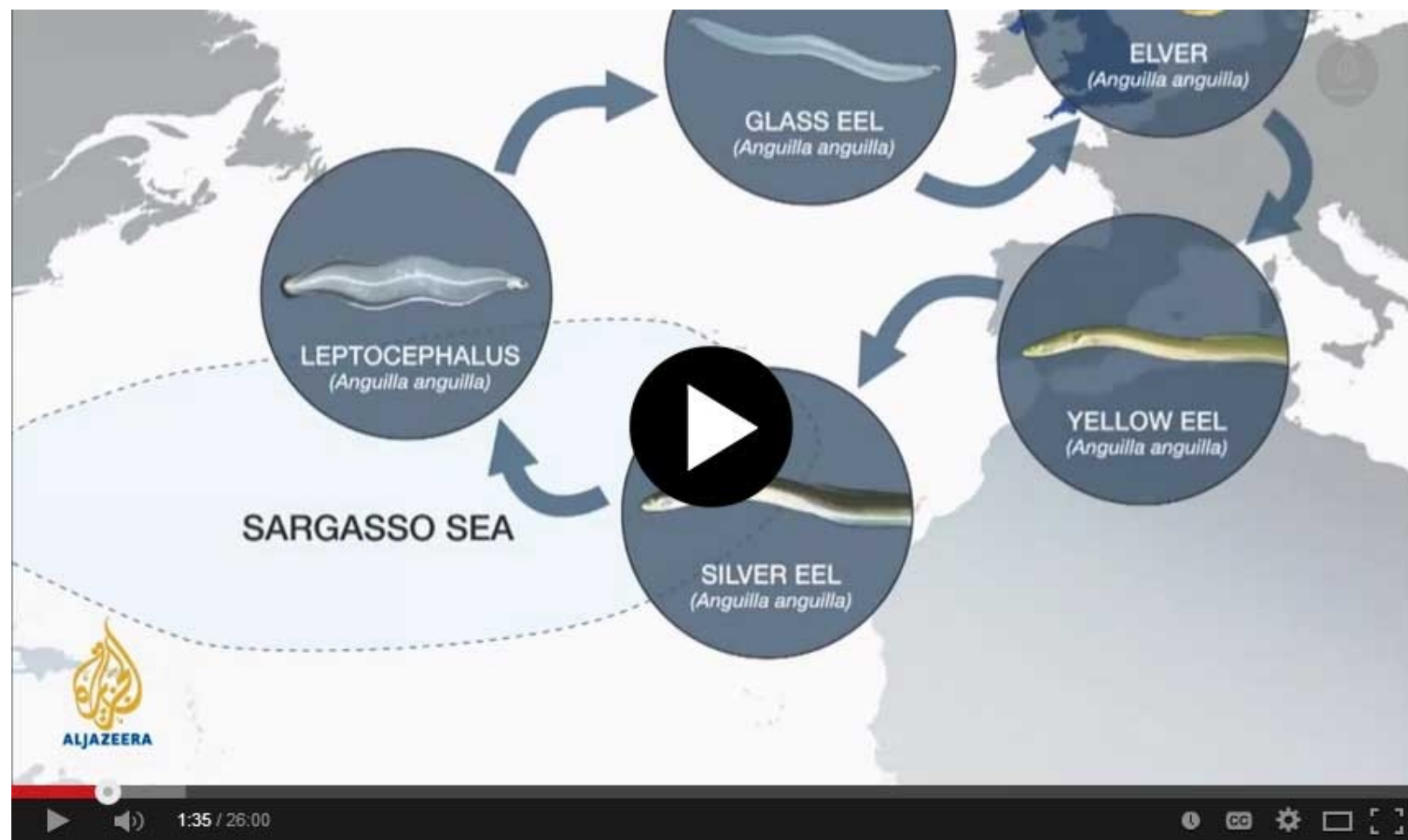
SES stiller større krav til ålefiskeri og opdræt end EU's genopretningsplan, og den skal sikre de mest ansvarlige metoder til fiskeri, transport og opdræt. SES omfatter et sæt af standarder for hvert af følgende led i forsyningskæden:

Generelle krav

1. Fiskeri, opkøb, opbevaring og transport af glasål
2. Åleopdræt
3. Genudsætninger
4. Fiskeri efter gul- og blankål
5. Sporbarhed

Standarden tager også højde for genopbygning af den vilde ålebestand.

[SEG's hjemmeside.](#)



Film om den europæiske ål, www.youtube.com/watch?v=3svQZettzXE

Spørgsmål:

1. Hvad er de vigtigste forskelle mellem konventionel og økologisk produktion i dambrug?
2. Hvad gør den økologiske fiskeopdrætter for at mindske medicinforbruget i produktionen?
3. Hvorfor er salgspriserne på fisk fra økologiske dambrug højere end salgspriserne fra konventionelle dambrug?
4. Nævn flest mulige akvakulturprodukter, der produceres økologisk i verden
5. Hvorfor kan vilde fisk fra havet ikke være økologiske?
6. Er ASC en national, europæisk eller global mærkningsordning?
7. Hvem har etableret ASC?
8. Er det kun ørreder, der kan ASC-certificeres?
9. Hvilke certificeringsordninger findes for økologisk akvakultur?
10. Hvad vil det sige, at GLOBALG.A.P. er en "business to business" certificeringsordning?
11. Hvilke fælles træk er der ved de forskellige certificeringsordninger?
12. Hvad forstår du ved bæredygtig udnyttelse af naturens ressourcer?
13. Hvordan adskiller SES sig fra de øvrige certificeringsordninger?

Kilder og referencer:

- Anvendelsesmuligheder for produktion fra integreret blåmusling og havbrugsproduktion, Dansk Akvakultur 2013-5
- BAT for fiskeopdræt i Norden. Jesper Heldbo. Nordisk Ministerråd 2013.
- Bozkurt, Y (2006) The relationship between body condition, sperm quality parameters and fertilization success in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal and Veterinary Advances* 5(4), 284-288.
- Buchmann, K. (1995). Parasitter i fisk. Jordbrugsforlaget. Frederiksberg 110 pp.
- Buchmann, K. & Bresciani, J. (2001). An Introduction to Parasitic Diseases of Freshwater Trout. DSR Publishers. ISBN 87 7432 580 9
- Buchmann, K., Bresciani, J., Pedersen, K., Dalsgaard, I., Madsen, L. (2009). Fish Diseases – An introduction. Biofolia, Frederiksberg, Denmark
- Chettri, J. K., Jaafar, R. M., Skov, J., Kania, P. W., Dalsgaard, I., Buchmann, K. (2015). Booster immersion vaccination using diluted *Yersinia ruckeri* bacterin confers protection against ERM in rainbow trout. *Aquaculture* 440: 1-5.
- Chettri, J. K., Skov, J., Jaafar, R. M., Krossoy, B., Kania, P. W., Dalsgaard, I., Buchmann, K. (2015). Comparative evaluation of infection methods and environmental factors on challenge success: *Aeromonas salmonicida* infection in vaccinated rainbow trout. *Fish & Shellfish Immunology* 44: 485-495.
- chr.fvst.dk/
- Council Regulation No. 1100/2007 for establishing measures for the recovery of the stock of European eel (EU forordning for genopbygning af bestanden af Europæisk ål) - EU (2007).
- Dalsgaard J, Ekmann K.S, Pedersen P.B, Verlhac V. (2009) Effect of supplemented fungal phytase on performance and phosphorus availability by phosphorus-depleted juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and on the magnitude and composition of phosphorus waste output. *Aquaculture*, Volume 286, Issues 1–2, Pages 105–1121
- Dalsgaard, J., Lund, I., Thorarinsdottir, R., Drengstig, A., Arvonen, K., & Pedersen, P. B. (2013). Farming different species in RAS in Nordic countries: current status and future perspectives. *Aquacultural Engineering*, 53, 2-13.
- Dambrugsbekendtgørelsen (2012): Bekendtgørelse om miljøgodkendelse og samtidig sagsbehandling af ferskvandsdambrug. Bek. Nr. 130 af 8. februar 2012.
- Danmarks Statistik

- Danmarks Tekniske Universitet (DTU Aqua og DTU Veterinærinstituttet) Dansk Akvakultur (2009): Plan for Grøn Vækst (Januar 2009).
- [Dansk Akvakultur](#)
- DHI, Orbicon
- DTU Aqua, notat vedr. kompensationsopdræt
- DTU Aqua (2010): DTU Aqua rapport No. 229-2010: European Eel and Aquaculture.
- [Forskningsrapporter 201_250/219 - opdræt af regnbueørred i Danmark](#)
- From, J. (1993) Fiskeopdræt – ferskvandsdambrug – fiskesygdomme hos ørred og ål. Akvakulturcentret. 72 sider.
- Havbrug og miljøgodkendelser. Udredning i forhold til kommende miljøgodkendelser. Faglig rapport fra Dansk Akvakultur 2013-2
- Havbrug i Norge: Bernt Bjerkestrand, Terje Bolstad og Svein Johan Hansen
- Havbrug og Miljøgodkendelse: Faglig Rapport fra Dansk Akvakultur 2013-2, Lisbeth J. Plesner, Niels H Henriksen, Mads J. Birkeland, Flemming Møhlenberg, Svend J. Stenfeldt, Per Bovbjerg, Julia O. Lynne og Niels Daalsgaard
- Janning, K. (2010): Processer i biofiltre (Pers. Comm.).
- Jokumsen, A, & Svendsen, L. M. (2010) Opdræt af regnbueørred i Danmark. DTU Aqua-rapport nr. 219-2010. 52 sider.
- Kristiansen, H. R. 2014. Biologi. S. 57, 69. Udgivet af Videncentret for Landbrug P/S,
- Københavns Universitet (Institut for Veterinær Sygdomsbiologi og Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi)
- Lokalenergi (2008): Energoptimalt design af dambrug.
- Miljømuslinger, Muslinger som supplerende virkemiddel. DCE 29. april 2013
- Nielsen, P., Martti, N., Roze, A., Barulin, N. og Jokumsen, A.: Feasibility case study in Belarus on the feasibility of Danish recirculation technology. 39 sider + Bilag.
- Naturstyrelsen
- Pedersen, P.B., Dalsgaard, A. J.T. & Svendsen, L.M., 2013. Renseforanstaltninger på klassiske dambrug – muligheder og effekter. Underrapport 2 til ”Faglig rapport fra Dansk Akvakultur nr. 2012-5. Dansk Akvakultur 11s.
- Plesner, L.J. (2014): Dansk Akvakultur (Pers. Comm.).
- Skov, J., Mehrdana, F., Marana, M. H., Bahlool, Q. Z. M., Jaafar, R. M., Sindberg, D., Jensen, H. M., Kania, P. W., Buchmann, K. (2014). Parasite infections of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from Danish mariculture. *Aquaculture* 434: 486-492.
- Svendsen, L.M., Sortkjær, O., Ovesen, N.B., Skriver, J., Larsen, S.E., Bouttrup, S., Pedersen, P. B., Rasmussen, R.S., Dalsgaard, A.J.T., og Suhr, K, (2008): Modeldambrug under forsøgsordningen.

Faglig slutrapport for måle- og dokumentationsprojekt for modeldambrug ". DTU Aqua rapport nr.193-08 DTU Aqua, Technical University of Denmark.

- The status of European Organic Aquaculture, 2013, Aquaculture Europe). Note: 1.: Kilde: Organic Aquaculture 2009 – Production and Markets.
- Vejledning nr. 9163 af 31. marts 2006 om godkendelse af saltvandsbaseret fiskeopdræt.
- www.asc-aqua.org
- www.aquabestproject.eu/reports
- www.fao.org
- www.fiskepleje.dk
- www.friendofthesea.org.
- www.globalgap.org
- [www.foedevarestyrelsen.dk/Overvågning af smittespredning i akvakulturanlæg](http://www.foedevarestyrelsen.dk/Overvågning_af_smittespredning_i_akvakulturanlæg)
- lfh.is/documents/Modelddambrug3.pdf
- www.retsinformation.dk
- www.sustainableeelgroup.com
- www.wwf.dk/wwfs_arbejde/hav_og_fiskeri/det_kan_du_gore/asc_market/
- Aarhus Universitet (DCE og AU Foulum)

Akvakultur

Forfattere:

Se [forfatterliste](#).

Redaktør:

Max Jørgensen, Landbrugsforlaget

Layout:

David Walther Birk, [Scripler](#)

Forside:

Foto: Bernt René Voss Grimm

Layout: Lene Kruse Kessler, Grafica

ISBN: 978-87-93050-29-7

Udgiver:

SEGES P/S

Landbrugsforlaget

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T 87 40 55 01

E forlag@seges.dk

W landbrugsforlaget.dk

2. udgave 2015

Kopiering fra denne bog må kun finde sted på institutioner eller virksomheder, der har indgået aftale med Copydan, og kun inden for de rammer, der er nævnt i aftalen.

Fiskens immunlogiske status

Uanset om man taler om ekstern smittebeskyttelse eller intern smittebeskyttelse, er det afgørende, at opdrætteren vurderer fiskenes immunologiske status. Det vil sige, hvilke sygdomsfremkaldende mikroorganismer fisken tidligere har mødt og har udviklet en grad af modstandskraft imod.

Man skal tilstræbe, at der i samme opdrætsvand kun er fisk med samme immunologiske status. F.eks. skal fisk fra jorddamme ikke blandes med fisk fra indendørs recirkulerede anlæg. Fisk fra forskellige miljøer har mødt forskellige sygdomsfremkaldende mikroorganismer. Derfor har fiskene ikke samme modstandskraft mod mikroorganismene, og hvis de blandes sammen, kan det medføre sygdom.

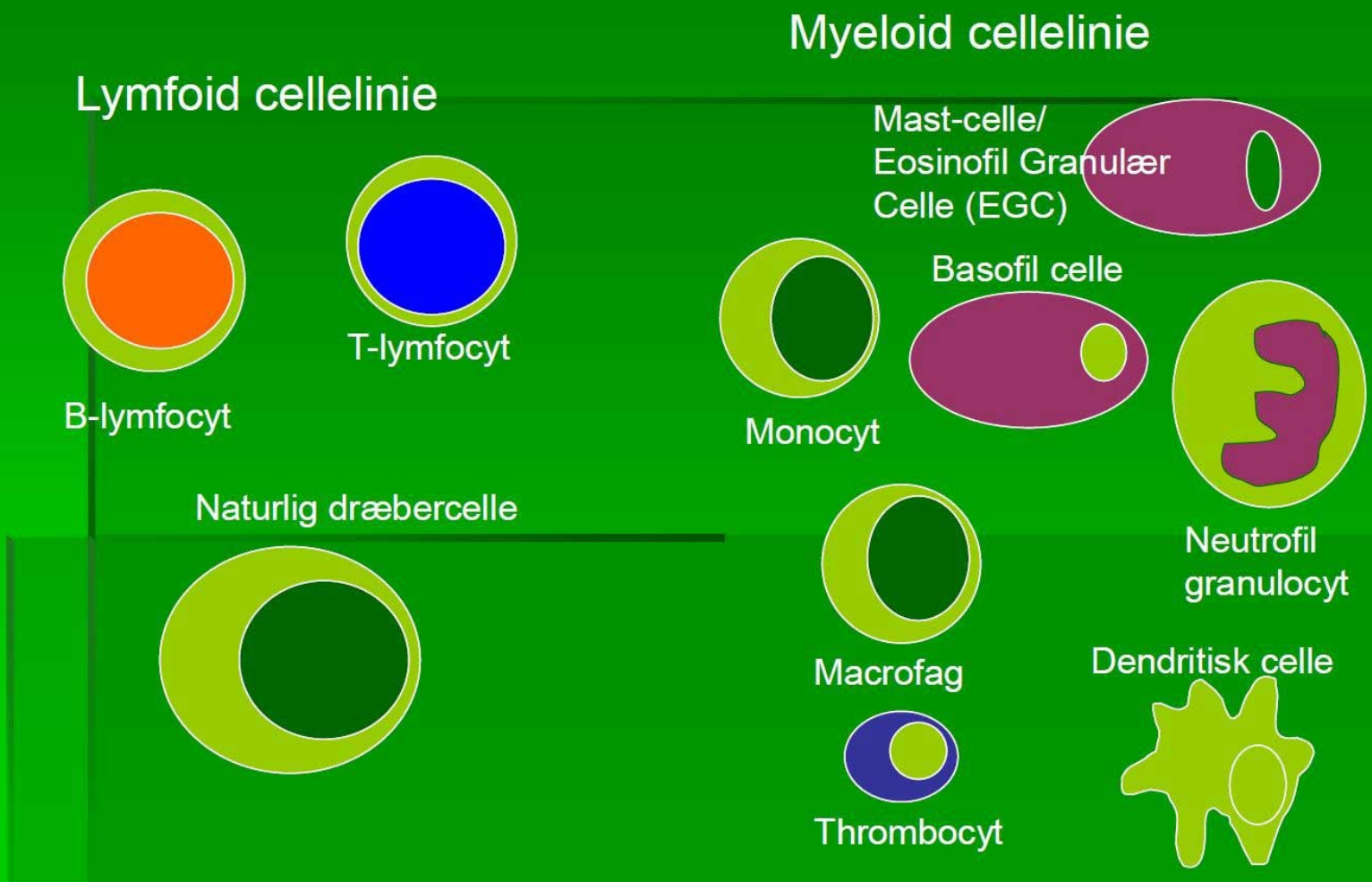
Ved visse immunreaktioner er immuncellerne mere fremtrædende, hvorfor man bruger udtrykket cellulær immunitet. Ved andre er immuniteten hovedsagligt knyttet til molekyler, f.eks. antistoffer, komplement eller mannosebindende lektin, som er opløst i kropsvæskerne. Det kaldes humoral immunitet ud fra det latinske ord humor, som betyder saft eller væske.

Immunsystemets celler

Makrofager

Den mest primitive forsvarsmekanisme i et dyr er knyttet til nogle immunceller, som kaldes makrofager. Det er celler, der kan bevæge sig og optage partikler, f.eks. bakterier, og nedbryde dem i særlige vakuoler i cellen. Den proces kaldes fagocytose. Udtrykket makrofag stammer fra græsk og er netop sammensat af ordet makros (stor) og phagos (æde), som antyder cellernes evne til at æde de indtrængende sygdomskim.

Immunceller hos fisken



Figur 5.2: Immunceller hos fiskene. Illustration: Kurt Buchmann.

Makrofagerne er en vigtig del af det innate immunforsvar, men hos fisk og højere dyr har de tillige en vigtig opgave med at assistere det adaptive immunsystem.

Neutrofile granulocytter

Hos fisk, padder, krybdyr, fugle og pattedyr (herunder mennesker) forekommer der desuden flere specialiserede celletyper, som alle har til opgave straks at fjerne sygdomskim inden de volder skade. Man snakker om neutrofile granulocytter, som er en af de første celler, der strømmer til et område i fisken, hvor er opstået en skade og bakterier kan trænge ind i dyret. De neutrofile celler foretager også phagocytose af fremmed-elementer.

EGC- og dræberceller

Derudover har man fisken EGC-celler, som udsender alarmstoffer, der tilkalder andre immunceller til skadeområdet, og desuden får blodet til strømme hurtigere til kriseområdet. Desuden har fisken nogle dræberceller i blod og væv. De kan genkende parasitter, inficerede celler og celler med skader eller fejludvikling, som hurtigt kan aflives.

Lymfocytter

Det adaptive immunsystem benytter sig af celler, man kalder lymfocytter. Dem inddeler man i to hovedgrupper. Den ene er B-celler, som fremstiller en særlig type proteiner (kaldet antistoffer), der kan binde sig til overfladen af mikroorganismer på vej ind i fisken. Når antistofferne har koblet sig til en bakterie vil makrofagerne meget lettere kunne genkende og optage bakterien og nedbryde den.

B-cellerne kan videreudvikles til plasmaceller, hvis vigtigste formål er at producere antistoffer til blod og væv, der således hele tiden har et beredskab mod diverse fremmede elementer.

Andre lymfocytter er T-celler, hvoraf nogle (hjælper T-celler) hjælper B-cellerne til at producere antistof, medens andre T-celler (de cytotoksiske T-celler) direkte er i stand til at dræbe celler i kroppen, der er blevet virusinficeret.

Immunsystemets molekyler

De mange forskellige immunceller i fiskene producerer et større katalog af forskellige molekyler (bl.a. proteiner og peptider). Nogle spiller en stor rolle i det medfødte immunforsvar, mens andre hovedsagligt er knyttet til det tillærte immunforsvar.

Receptorer

På immuncellernes overflader sidder der mange forskellige typer molekyler (receptorer), der kan genkende fremmede stoffer og mikroorganismer. I det innate immunforsvar har nogle receptorer til opgave at genkende sukkerstoffer på bakteriers overflader, svingtråde fra bakterier, DNA eller RNA fra bakterier eller virus eller sukkerstoffer fra svampe.

Efter sammenkobling af receptor og molekylet fra mikroorganismen vil der blive igangsat en stribe af reaktioner, som omfatter udsendelse af signalstoffer, der i sidste ende skal lede til at andre celler og molekyler i immunsystemet får bugt med sygdommen. En særlig gruppe af receptorer kaldes TLR (Toll-lignende receptorer).

Anti-mikrobielle peptider

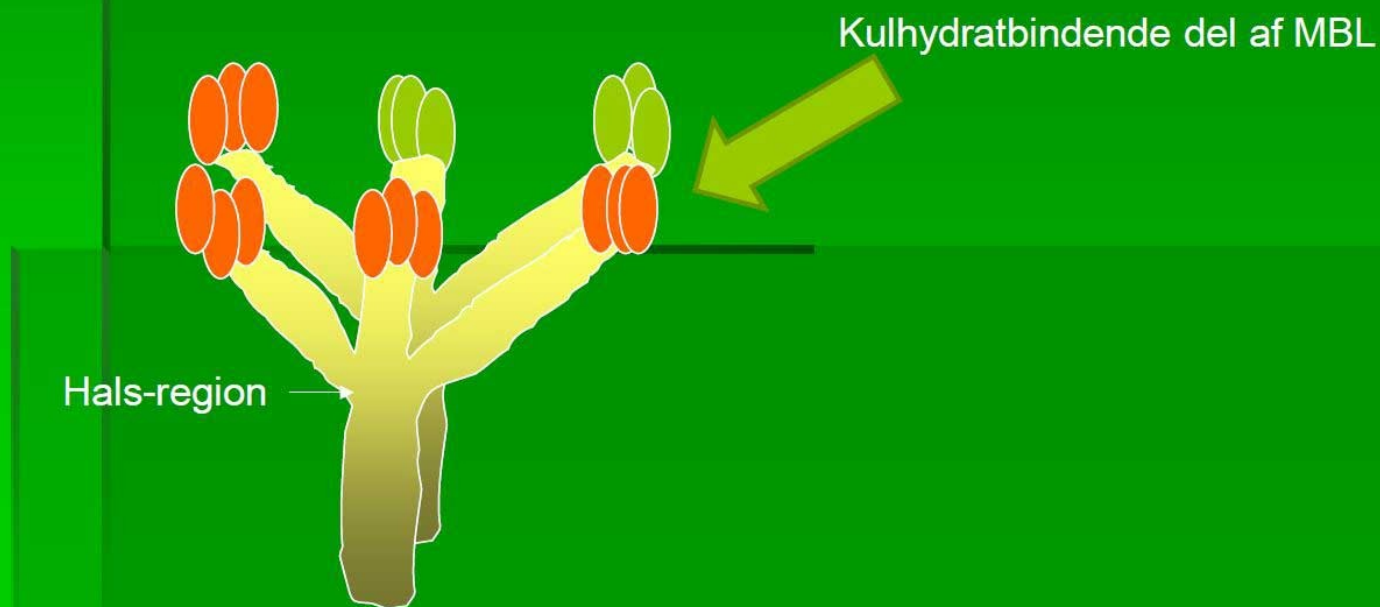
En af fiskens mere primitive mekanismer til at eliminere sygdomskim er produktion af de såkaldte anti-mikrobielle peptider (AMP), der direkte er i stand til at dræbe en bakterie.

Mannose-bindende lektin

En anden vigtig produktion i fisken omfatter et protein, der betegnes MBL, eller det mannose-bindende lektin. Molekylet kan meget effektivt binde sig til mikroorganismer, der har sukkerstoffet mannose på på overfladen.

Fiskens immunmolekyler MBL – mannose bindende lektin

Et stort protein i blodet, der kan binde til sukkerstoffer på overfladen af indtrængende mikroorganismer. MBL er en del af det medfødte immunforsvar.



Figur 5.3: Fiskens immunmolekyler, MBL. Illustration: Kurt Buchmann.

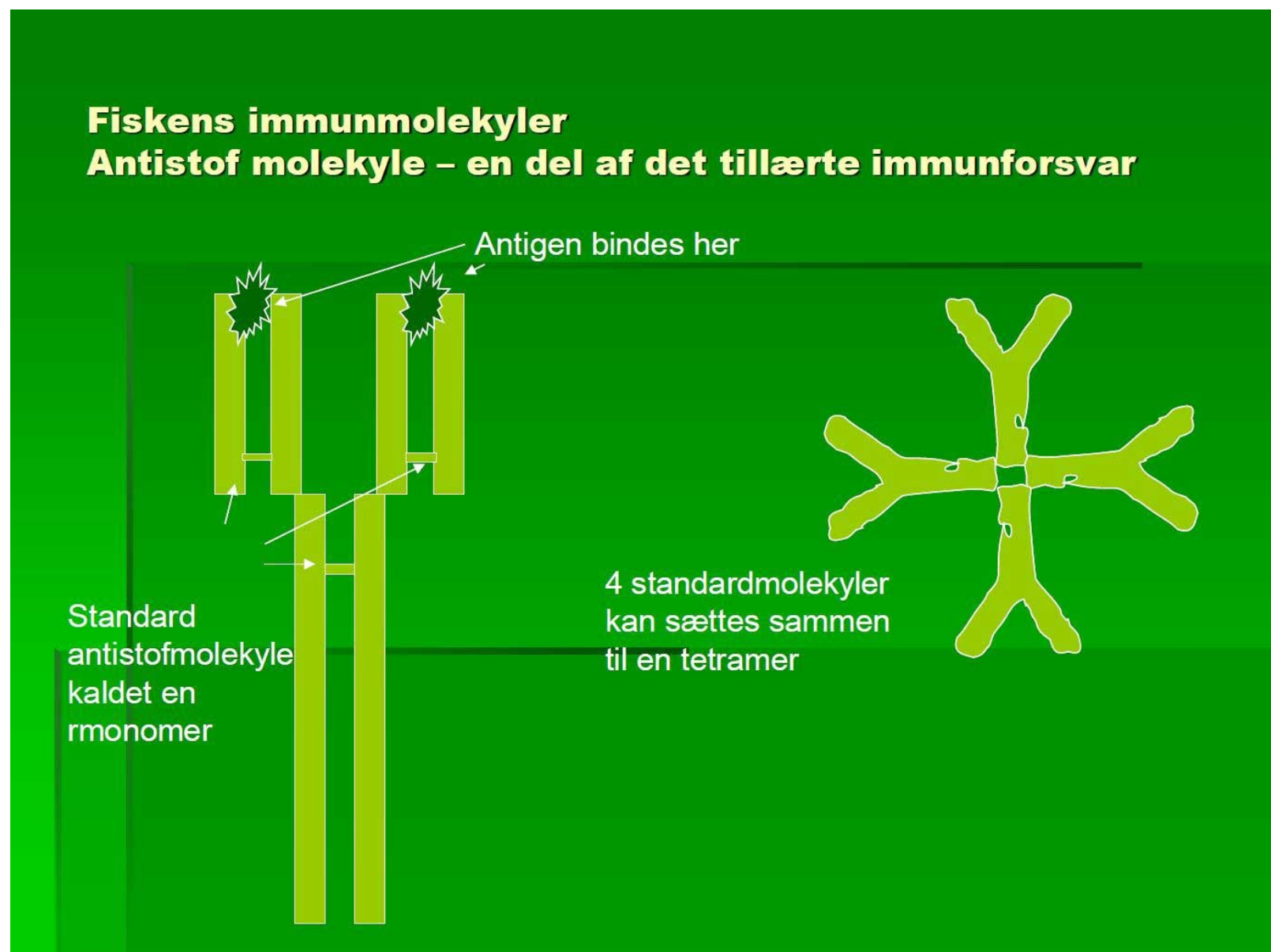
Når MBL har bundet sig til bakterien tilkobles automatisk en serie andre proteiner, der kaldes komplementstoffer. Disse kan efterfølgende gennembore overfladen på bakterien, som derved dræbes.

Når komplementproteinerne er koblet sammen til dette borekompleks kalder man det membranangrebs-komplekset (MAC). Det kan også dannes efter at antistoffer har fæstnet sig til mikroorganismens overflade.

Komplementsystemet er meget afgørende for fiskens sundhed. Hvis der er en eller flere fejl i komplementproteinerne vil fisken ikke kunne dræbe de indtrængende sygdomme.

Antistoffer

Antistoffer er proteiner, som spiller en afgørende rolle i det adaptive immunsystem. De dannes af B-celler, der siden udvikler sig til plasmaceller, hvis vigtigste opgave er at afgive utallige antistofmolekyler til blodet.



Figur 5.4: Fiskens immunmolekyler. Illustration: Kurt Buchmann.

Dannelsen af antistoffer sker i et smukt samarbejde mellem en makrofag, en T-celle og en B-celle. Makrofagen, der har optaget fremmedelementet og delvis nedbrudt det, vil præsentere dele af det (antigenet) på sin overflade, ved hjælp af nogle særlige præsenteringsmolekyler (MHC-molekyler). Der genkendes det fremmede antigen af en T-celle, som bærer nogle genkendelsesmolekyler på sin overflade. De kaldes T-celle-receptorer og de kan genkende makrofagen og dens præsenteringsmolekyle med antigen.

Når kommunikationen mellem makrofag og T-celle er etableret vil T-cellen udsende nogle signalmolekyler og derved guide B-cellen til at producere antistoffer mod antigenet. B-cellen genkender ved hjælp af sit antistof på overfladen det pågældende antigen og der sættes nu en masseproduktion i gang. B-cellen udvikles til en såkaldt plasmacelle, hvis primære opgave er at producere antistoffer til eksport. Dvs. antistoffer afgives kontinuerligt til blodbanen, og disse vil binde sig til sygdomskimet overalt i fiskens krop, hvorved fisken får bekæmpet infektionen.

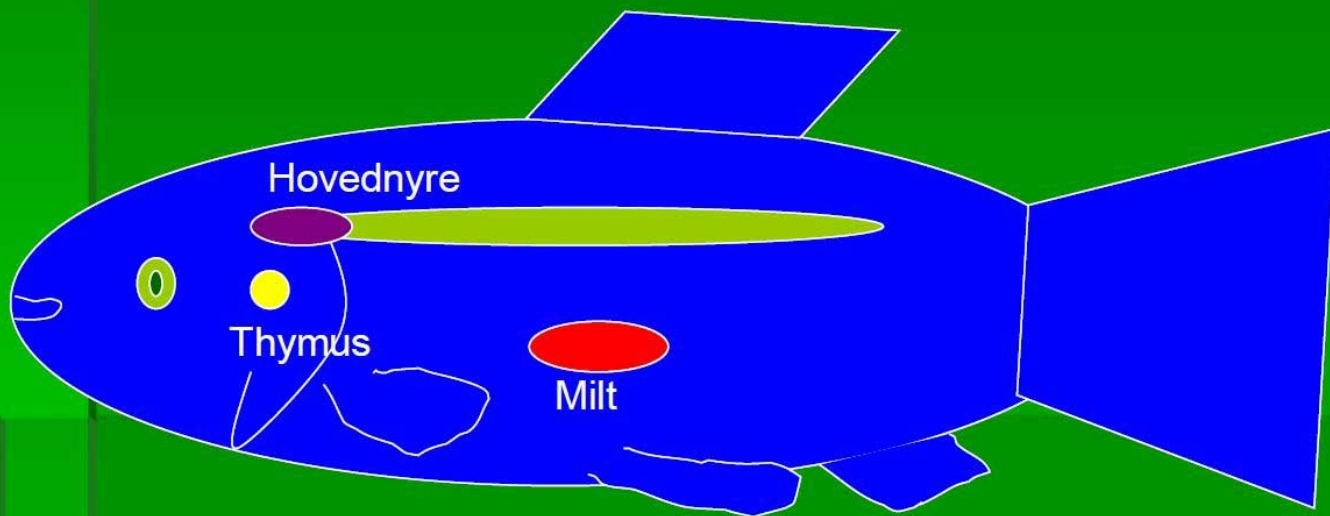
Den endelige bekæmpelse kan ske ved at makrofager lettere genkender sygdomskimet, hvis det er fyldt med antistoffer på overfladen. Desuden vil komplementstoffer også kunne binde sig effektivt til sygdomskim med antistoffer og danne et kompleks af komplementstoffer, der gennemtrænger mikroorganismens overflade og derved dræber det.

Antistofdannelsen i det adaptive immunsystem tager længere tid end reaktionerne i det innate system, der virker med det samme. Antistofdannelsen kan imidlertid blive meget specifikt rettet mod netop et sygdomskim og desuden give en meget stærk immunitet. Der er tilmed knyttet en hukommelse til antistofreaktionen. Nogle af B- og T-cellerne får nemlig mulighed for at leve lang tid, som såkaldte hukommelsesceller, der hurtigt kan reaktiveres på et senere tidspunkt, hvis den pågældende sygdomsfremkaldende mikroorganisme igen forsøger at trænge ind i fisken. Fisken er således blevet immun, hvilket er en mekanisme, der udnyttes ved vaccination.

Fiskens immunorganer

Fiskens immunsystem er baseret på nogle vigtige organer, der dels producerer immunceller, dels modner cellerne og endelig virker som oprydningcentre.

Fiskens centrale immunorganer



Figur 5.5: Fiskens centrale immunorganer. Illustration: Kurt Buchmann.

Den allerforreste del af fiskens nyre (hovednyren) producerer forstadier til alle immunceller i fisken. Nogle af cellerne videreudvikles til deres endelige stadium (f.eks. B-celler) i hovednyren, mens andre sendes ud til videre udvikling andetsteds i kroppen.

Nogle celler sendes ud i fiskens krop via blodkarsystemet, som tilfører blod og celler til alle dele af fisken. I thymus (brisen), der er et organ placeret i gællehulens loft, vil nogle af cellerne blive modnet til T-celler.

Når immunceller såsom makrofager har opfanget nogle fremmede stoffer eller sygdomskim et sted i kroppen, vil disse fremmedelementer blive transporteret til milten (og i nogen grad også hovednyren), som er en oprydning- og drabscentral. Her vil der også foregå en videre opbygning af blivende immunitet såsom antistofdannelse. Disse tre centrale organer kommunikerer med fiskens overflader i huden og i mave- og tarmsystemet.

Der er en stor mængde immunceller til stede i disse områder hos fisken, hvorfor man også taler om MALT (det slimhinde- associerede lymfoide væv) og GALT (det tarm-associerede lymfoide væv). Der foregår livlig trafik af immunceller og immun-molekyler mellem organerne via blodkarsystemet til fiskens overflader. Det er forklaringen på, at en lokal stimulering af immunsystemet, f.eks. i huden, med et sygdomskim, ikke alene fremkalder en blivende lokal immunreaktion i huden, men tillige også giver beskyttelse, hvis sygdomsorganismen kommer dybt ind i fiskens krop. Det udnyttes ved vaccination af fisk.