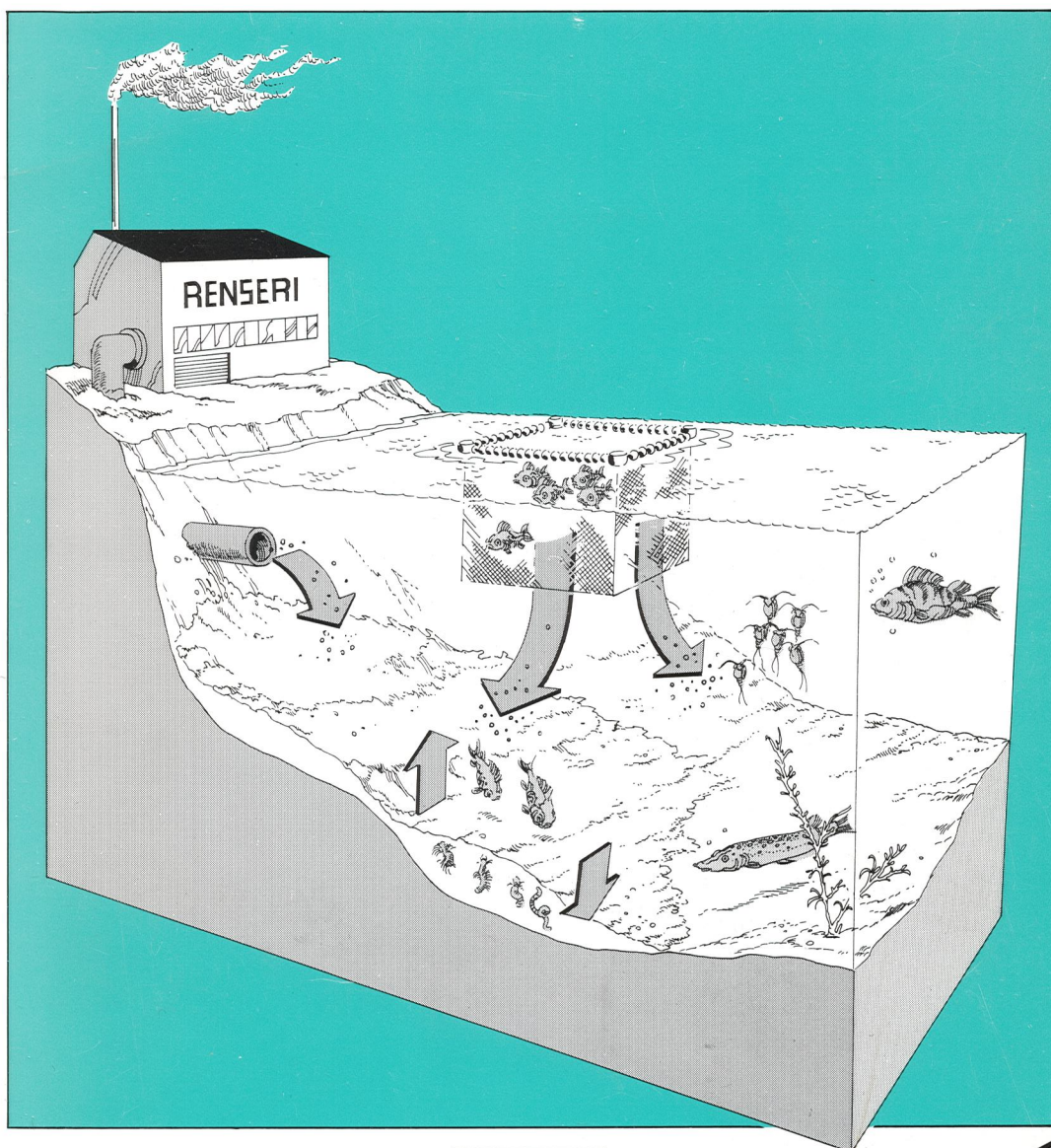


# SOM FISKEN I VATTNET

br  
Q 3025

*Vattenbrukets miljöfrågor*



FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN

Rapport 82:7

# SOM FISKEN I VATTNET

*Vattenbrukets miljöfrågor*

Rapport från arbetsgruppen för miljöfrågor  
inom Styrgruppen för vattenbruk

GÖTEBORGS UNIVERSITETSBIBLIOTEK



14000

000100592

*”När dammarne blivit färdige, planterades  
karpar eller karusser i dem dock ej mer,  
än att var fisk i uträkning kunde äga  
1 kubikfamn vatten, ty har han mindre  
vatten, förökar han sig väl men växer icke”*

Carl von Linnés Skånska resa 1749



FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN  
NATURRESURSDELEGATIONEN



*Styrgruppen för vattenbruk:*

Ackefors, Hans, ordf	Delegationen för naturresursforskning, FRN, och zoologiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm
Grip, Kjell	Delegationen för samordning av havsresursverksamheten, Göteborg
Holmström, Nina, v ordf	Delegationen för samordning av havsresursverksamheten, Göteborg
Johnsson, Rune	Svenska västkustfiskarnas centralförbund, Göteborg
Larsson, Bengt, sekr	Institutionen för husdjursförädling och sjukdoms-genetik, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala
Lundholm, Bengt	Delegationen för naturresursforskning, FRN, Stockholm
Nyman, Lennart	Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm
Peterson, Hans	Ewos AB, Södertälje
Sigfridson, Richard	Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län, Göteborg
Westerberg, Leif	Distributions AB Dagab, Solna

*Som fisken i vattnet.*

*Vattenbrukets miljöfrågor. Rapport från Arbetsgruppen för miljöfrågor inom Styrgruppen för vattenbruk, FRN och DSH.*

Utgivare: Forskningsrådsnämnden i samarbete med Delegationen för samordning av havsresursverksamheten, Göteborg.

Copyright: FRN och författarna

Fiskvinjetter: Curt Ljungberg

Teckningar i övrigt: Nils Peterson

Tryck: Temdahls Tryckeri AB, Östervåla, 1982.

Distribution: Förlagstjänst, FRN, Box 6710, 113 85 Stockholm.

ISSN 0348-3991

ISBN 91-86174-09-6



# Inneh

FÖRORD . . . . .
SAMMANFATTNING . . . . .
ENGLISH SUMMARY . . . . .
INTRODUKTION . . . . .
VATTENBRUK I ÖSTRA SVENSKA KÄNNA . . . . .
INTENSIV ODLING . . . . .
Fodrets samordning . . . . .
Kassodling . . . . .
Utsläpp av föroreningar . . . . .
Utsläpp av värmegenerering . . . . .
Dammodling . . . . .
Utsläpp av tungmetaller . . . . .
Bassängodling . . . . .
Recirkulerande system . . . . .
EXTENSIV ODLING . . . . .
Musselodling . . . . .
ALGODLING . . . . .
MILJÖEFFEKTER . . . . .
Fiskodling . . . . .
Musselodling . . . . .
Främmande arter . . . . .
HUR PÅVERKAS VATTENBRUKET . . . . .
I NATURLIGA VATTENKÄNNA . . . . .
Gödsling . . . . .
Kalkning . . . . .
Stödinplantering . . . . .
Inplantering . . . . .
Inplantering . . . . .
Inplantering . . . . .
Förändring av vattenstånd . . . . .
Inplantering . . . . .
UTSLÄPP OCH INFLYTTNING . . . . .
VATTENBRUK I ÖSTRA SVENSKA KÄNNA . . . . .
LOKALISERING . . . . .
FORSKNINGSBESÖK . . . . .
ORDFÖRKLARING . . . . .
ORDFÖRKLARING . . . . .
ARTLISTA FÖR ÖSTRA SVENSKA KÄNNA . . . . .
REFERENSER . . . . .

# Innehållsförteckning

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	8
ENGLISH SUMMARY	10
INTRODUKTION TILL VATTENBRUK	13
VATTENBRUKET OCH MILJÖN	15
INTENSIV ODLING	17
Fodrets sammansättning och egenskaper	17
Kassodling	18
Utsläpp av närsalter	19
Utsläpp av organiskt material	20
Dammodling	21
Utsläpp av närsalter och organiskt material	21
Bassängodling	23
Recirkulerande system	23
EXTENSIV ODLING	25
Musselodling	25
ALGODLING	27
MILJÖEFFEKTER AV ODLINGSVERKSAMHET	30
Fiskodling	30
Musselodling	33
Främmande ämnen	33
HUR PÅVERKAS MILJÖN NÄR PRODUKTIONEN	
I NATURLIGA VATTEN FÖRÄNDRAS?	36
Gödsling	36
Kalkning	37
Stödinplantering av befintliga arter	38
Inplantering av nya fiskarter	38
Inplantering av gräskarp för vegetationsbekämpning	39
Inplantering av födoorganismer	40
Förändring av fiskfaunan	41
Inplantering av fisk i fisktomma vatten	41
UTSLÄPP OCH EFFEKTER FRÅN BEREDNINGSANLÄGGNINGAR	43
VATTENBRUK I FÖRHÅLLANDE TILL ANDRA NYTTJARINTRESSEN	45
LOKALISERING OCH TEKNIKUTVECKLING	47
FORSKNINGSBEHOV	50
ORDFÖRKLARINGSLISTA FÖR VATTENBRUK	56
ORDFÖRKLARINGSLISTA FÖR MILJÖFRÅGOR	59
ARTLISTA FÖR VATTENBRUK	62
REFERENSER	65

kning, FRN, och  
blms universitet,

vsresursverksam-

havsresursverk-

förbund,

g och sjukdoms-  
itet, Uppsala

ning, FRN,

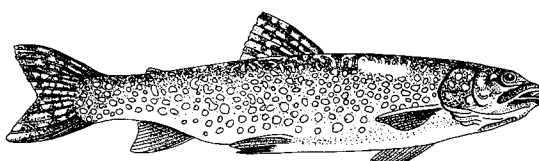
olm

us län, Göteborg

miljöfrågor inom

en för

# Förord

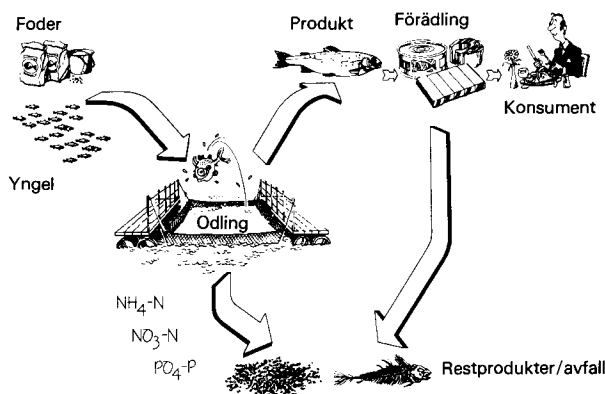


Sedan mitten av 1970-talet har intresset för fisk- och musselodlingar ökat kraftigt. Antalet ansökningar om odlingstillstånd har vissa år varit mer än dub-

belt så många som föregående år. Antalet odlingar i Sverige uppgår nu till flera hundra.

På initiativ av naturresursdelegationen inom FRN bildades under 1979 en arbetsgrupp för att utvärdera möjligheterna för kommersiell odling av fisk, skaldjur och alger i Sverige. Våren 1980 avlämnade gruppen en rapport\*, som belyste möjligheterna till akvakultur med en bakgrundsbeskrivning av den internationella utvecklingen. För att grundligare belysa frågeställningar inom biologi, teknik och ekonomi tillsatte naturresursdelegationen inom FRN och havsresursdelegationen gemensamt en styrgrupp vars uppgift blev att mer detaljerat belysa möjligheterna till en uppbyggnad av svensk odlingsverksamhet i våra sjöar och kustområden.

Styrgruppen tillsatte under februari 1981 olika arbetsgrupper med uppgift att närmare studera biologiska, tekniska och ekonomiska frågor. En av dessa grupper fick i uppgift att belysa miljömässiga problemställningar i samband med etablering av odlingsanläggningar. Den skulle överblicka olika frågeställningar som berör vattenbrukets konsekvenser för miljön samt föreslå åtgärder för att förhindra eventuella miljöskador. Nedanstående figur visar några olika steg inom vattenbruket. I denna rapport koncentreras diskussionen i första hand till restprodukter och avfall.



Figur 1. Principskiss över olika moment inom ett intensivt vattenbruk. I den här rapporten koncentreras uppmärksamheten på avfallet och dess miljöpåverkan (Nils Peterson, efter en idé av Clas Norell).

\* Svensk Akvakultur — Näringsgren för framtida försörjning och sysselsättning. FRN, rapport nr 28-N, 1980, ISSN 0348-3991. Sammanställd av Hans Ackefors.

All mänsklig verksamhet innebär påverkan på den omgivande miljön. Odling av organismer i dammar, sjöar, floder och kustområden är givetvis inget undantag i detta avseende. Det naturliga ekosystemet förändras mer eller mindre, bl a beroende på om tekniken är intensiv eller extensiv. Intensiv odling innebär att yngel och foder/alternativt gödning/ tillförs en avgränsad vattenvolym, där odling av organismer skall äga rum. Följden av organismernas ämnesomsättning blir att avfallet och restprodukterna ökar i odlingsmiljön. Vid extensiva odlingsformer tillförs ingen föda, men även här avges ämnesomsättningsprodukter till det omgivande vattnet. Organiskt avfall sedimenterar under odlingen om organismerna är koncentrerade, som i kass- eller musselodlingar. I rapporten belyses betydelsen av olika odlingsformer, lokalisering och produktionsvolym i förhållande till recipientens status.

Vattenbruket är reglerat liksom all annan miljöpåverkande aktivitet genom lagstiftning. Den finns utförligt behandlad i rapporten "Får jag lov? Vattenbrukets juridik". Av den framgår att fisk- och skaldjursodlingar regleras av bl a miljöskyddslagen.

Denna rapport vänder sig till såväl odlare som administratörer och beslutsfattare. Det är vår förhoppning att den skall ge en bred bakgrund till frågeställningar som berör miljökonsekvenser av odlingar — ett område som uppmärksammats förvånansvärt litet i den internationella forskningen. Många frågor inom detta område står fortfarande obesvarade i avvaktan på vetenskapliga fältundersökningar. Arbetsgruppen har vidgat analysen och försökt identifiera närliggande frågeställningar, såsom konflikter i vattenområden med andra nyttjandeintressen, sjukdomar, genetik och teknik. Frågor inom dessa områden berörs dock här endast ytligt, då de behandlas av andra arbetsgrupper.

Arbetsgruppen, som tillsattes i samråd med Statens Naturvårdsverk och Institutet för vatten och luftvårdsforskning, har haft följande sammansättning:

Anders Södergren, ordf.	Limnologiska institutionen, Lund
Per-Erik Larsson, sekr.	Institutet för vatten och luftvårdsforskning, Aneboda
Hans Ackefors	Forskningsrådsnämnden, Stockholm
Wilhelm Dietrichson	Statens Naturvårdsverk, Solna
Siegfried Fleischer	Länsstyrelsen i Hallands län, Halmstad
Staffan Holmgren	Länsstyrelsen i Jämtlands län, Östersund
Åke Häggström	Fiskeristyrelsen, Göteborg
Rutger Rosenberg	Havsfiskelaboratoriet, Lysekil
Eva Ölundh	Statens Naturvårdsverk, Solna

Arbetsgruppen har vidare varit i kontakt med fiskodlare som lämnat synpunkter.

För utarbetande :  
Södergren (ordfö)  
Staffan Holmgren  
Styrgruppen för  
gruppen, särskilt

*Hans Ackefors*  
*ordförande*

miljön. Odling av  
s inget undantag i  
mindre, bl a bero-  
innebär att yngel  
ym, där odling av  
ittning blir att av-  
odlingsformer till-  
cter till det omgi-  
n organismerna är  
yses betydelsen av  
lande till recipien-

För utarbetande av rapporten bildades en redaktionsgrupp bestående av Anders Södergren (ordförande), Per-Erik Larsson (sekreterare) samt Hans Ackefors och Staffan Holmgren.

Styrgruppen för Vattenbruk framför ett varmt tack till alla medlemmar i arbetsgruppen, särskilt till dess ordförande, sekreterare och Staffan Holmgren.

*Hans Ackefors*  
ordförande

ivitet genom lag-  
v? Vattenbrukets  
ras av bl a miljö-

ch beslutsfattare.  
geställningar som  
eksammats förvä-  
om detta område  
lersökningar. Ar-  
gande frågeställ-  
intressen, sjukdo-  
ck här endast yt-

sverk och Institu-  
nsättning:

Lund

vårdsforskning,

ckholm

na

Halmstad

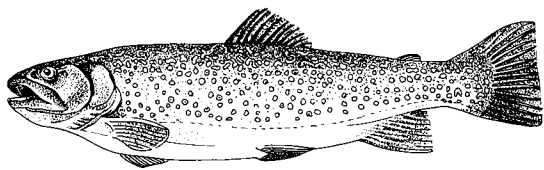
n. Östersund

l

na

mat synpunkter.

# Sammanfattning



Konsekvenserna för miljön vid odling av fisk, musslor och alger i inlandsvatten och kustområden har utretts. Beroende på odlingarnas lokalisering, pro-

duktionsvolym, använd teknik samt om förädling sker vid odlingsplatsen, påverkas omgivningen i olika grad. I rapporten redovisas sammansättning och egenskaper av restprodukter och avfall, som uppstår vid olika former av odlingsverksamhet samt vilken typ av påverkan på miljön som kan förutses. Avfallet består i regel av naturligt förekommande och lättnedbrytbara ämnen, vilka snabbt omsättes i ekosystemet. I jämförelse med andra aktiviteter som utnyttjar våra vatten är bidragen från odlingsverksamheten idag kvantitativt sett av liten omfattning.

Medel att minska miljöpåverkan av vattenbruket redovisas och innefattar exempelvis förändring av fodrets sammansättning, uppsamling och återanvändning av avfallet, kombination av olika odlingsformer samt användning av skräpfisk från recipienten som foder. Vidare utreds effekterna i miljön när produktionen av fisk i naturliga vatten förändras genom gödsling, kalkning, inplantering etc.

Miljökonsekvenserna kan komma att utgöra en begränsning för utnyttjandet av vattendrag och kustområden för vattenbruk. Därför identifieras slutligen ett antal forskningsområden som närmare skall belysa miljöeffekterna av olika former av verksamheten samt resultera i metoder att nedbringa påverkan.

De miljöeffekter som kan uppstå vid utsläpp från odlingar och genom förändringar av produktionen i naturliga vatten sammanfattas i följande punkter:

- all intensiv odlingsverksamhet medför utsläpp av närsalter och organisk substans.
- fosfor svarar för de största effekterna i inlandsvatten, medan kväve vanligen har störst betydelse i kustområden.
- utsläppsmängderna är beroende av produktionsvolym, odlingsteknik och reningssåtgärder.
- utsläppsmängderna styr lokaliseringen av vattenbruk.
- kassodlingar bör med hänsyn till odlingsteknik och utsläpp, i första hand lokaliseras till kustområden eller näringsfattiga sjöar som bedöms kunna motta en ökad närsaltbelastning.
- med en förbättrad utfodringsteknik (bättre foderkoefficient) och/eller genom att teknik för uppsamling av restprodukter utvecklas kan miljöeffekter minskas.

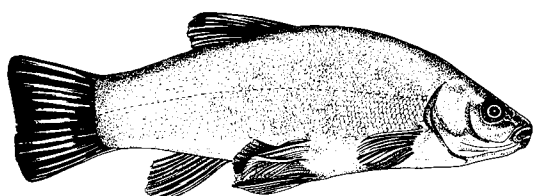
- kassodlingar s tillgången är l
- det sedimente
- en kombinati skas, t ex en k
- effekterna av ningsåtgärder
- gödsling av sj skadade vatte kas av gödslir
- kalkning av sj gativa effekter
- stödinplanter reproduktion
- inplantering a som en inplar
- inplantering a skadade regle
- inplantering a mer sällsynta punkt.
- vattenbruket även skadar v
- vattenbruk ka
- vattenbrukste



- kassodlingar skall placeras så att avfallet ej når djupområden i sjöar, där syretillgången är begränsad.
- det sedimenterade avfallet är en resurs, som bör tillvaratagas.
- en kombination av olika odlingstekniker kan medföra att miljöpåverkan minskas, t ex en kombination av fisk- och algodling i havet.
- effekterna av utsläppen från landbaserade odlingar kan minskas genom reningssåtgärder.
- gödsling av sjöar för att förbättra fiskproduktionen bör endast utföras i svårt skadade vatten eller där effekterna av andra ingrepp kan mildras eller motverkas av gödsling.
- kalkning av sjöar och vattendrag kan vara nödvändigt för att motverka de negativa effekter försurningen kan innebära för vattenbruket.
- stödinplantering av befintliga arter kan endast komma i fråga när en naturlig reproduktion saknas eller rekryteringen av fisk är dålig.
- inplantering av nya och främmande fiskarter måste göras återhållsamt eftersom en inplantering ofta är oåterkallelig.
- inplantering av födoorganismer kan vara positiv för fiskproduktionen i svårt skadade regleringsmagasin men tveksam i normala, opåverkade vatten.
- inplantering av fisk i fisktomma sjöar bör i regel undvikas då dessa blivit alltmer sällsynta och är värdefulla för andra organismer och ur forskningssynpunkt.
- vattenbruket är i viss mån "självreglerande" genom att negativ miljöpåverkan även skadar verksamheten.
- vattenbruk kan integreras med andra sätt att använda vattenresurserna.
- vattenbruksteknik måste anpassas efter miljökrav.

# Environmental impact of aquaculture

## English summary



This report is an investigation of the environmental consequences of the cultivation of fish, mussels and algae in water bodies and coastal areas. Depending on the location of the cultivation,

the volume of production, the techniques used and on whether processing takes place in the vicinity of the cultivations, the surroundings are affected to various degrees. The report deals with the composition and properties of by-products and wastes which result from different kinds of cultivation operations as well as the type of environmental effects which can be predicted. In general, the wastes consist of naturally occurring and easily degradable substances, which are quickly recycled in the ecosystem. Compared with other activities utilizing Swedish waters, the contribution from cultivation operations is, from a quantitative viewpoint, very small at present.

The report presents means of reducing the environmental effects of aquaculture. These include the alteration of fodder composition, the collection and recycling of wastes, the combination of different forms of cultivation and the use of so-called coarse fish from the recipient for fodder. In addition an investigation has been carried out into the environmental effects which occur when fish production in natural waters is altered as a result of fertilization, lime treatment, stocking of other organisms, and so on.

The environmental consequences may constitute a limit for the exploitation of fresh water bodies and coastal areas for aquaculture. Therefore, finally, a number of research areas are identified as being able to provide a more detailed examination of the environmental effects of different forms of aquaculture as well as to result in methods to decrease these effects.

The environmental effects which can arise as a result of discharges from cultivations and altered production in natural waters can be summarized as follows:

- All intensive cultivation operations result in a release of nutrients and organic matter.

- The phosphorus in the water bodies, while...
- The amounts of nutrients released from waste treatment...
- The amounts of nutrients released from rural activities.
- With regard to the effects of aquaculture, should primarily be judged as being...
- Improved feeding and management of technical effects.
- Net pen cultivation in areas of lakes...
- Sedimenting of nutrients...
- A combination of environmental effects...
- The effects of aquaculture on means of waste...
- The fertilization practised in bays can be mitigated...
- The treatment of acidification...
- Additional stocking for reproduction...
- The stocking of fish as such introduced...
- The stocking of fish badly damaged in affected waters...
- The stocking of fish have become a problem as well as for...
- Aquaculture in lakes also damage t...

# ct of

an investigation  
 ironmental con-  
 the cultivation of  
 and algae in water  
 stal areas. Depen-  
 ation of the culti-  
 hether processing  
 gs are affected to  
 properties of by-  
 tion operations as  
 d. In general, the  
 stances, which are  
 ies utilizing Swe-  
 om a quantitative

ts of aquaculture.  
 n and recycling of  
 re use of so-called  
 tigation has been  
 fish production in  
 ment, stocking of

ne exploitation of  
 finally, a number  
 detailed examina-  
 re as well as to re-

ges from cultiva-  
 zed as follows:

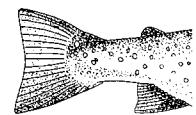
ients and organic

- The phosphorus thus released is responsible for the greatest effects in inland waters, while nitrogen is usually of most importance in coastal areas.
- The amounts of waste are dependent on the volume of production and the waste treatment measures.
- The amounts of waste which are released determine the location of aquacultural activities.
- With regard to cultivation techniques and discharges, net bag cultivations should primarily be located in coastal areas or in nutrient-poor lakes which are judged as being able to accept an increased nutrient load.
- Improved feeding techniques (better fodder coefficients) and/or the development of techniques for collecting the wastes will decrease environmental effects.
- Net pen cultivations should be located so that the wastes do not reach the deep areas of lakes, where the oxygen content is usually limited.
- Sedimenting wastes constitute a resource which should be collected and utilized.
- A combination of different cultivation techniques may be able to reduce environmental effects, as in the combination of fish farming and the cultivation of algae.
- The effects of discharges from land-based cultivations may be reduced by means of waste treatment measures.
- The fertilization of lakes in order to improve fish production should only be practised in badly damaged waters or when the effects of other activities can be mitigated or counteracted by the addition of nutrients.
- The treatment of lakes with lime is necessary to counteract the negative effects acidification may cause aquaculture activities.
- Additional stocking of existing species should only be considered when natural reproduction does not occur, or when fish recruitment is poor.
- The stocking of new and foreign fish species should be practised with restraint, as such introductions can often be regarded as irrevocable.
- The stocking of food organisms may have a positive effect on fish production in badly damaged reservoirs, but it is a measure of doubtful value in normal, unaffected waters.
- The stocking of fish in fish-free lakes should be avoided as a rule, as such lakes have become more and more uncommon and are valuable for other organisms as well as for research activities.
- Aquaculture is often "self regulating", as negative environmental consequences also damage the cultivation operations.

## Summary

- Aquaculture can be integrated with other methods of utilizing water resources.
- Aquaculture techniques must be adapted to environmental demands.

# Intro till va



vattenanvändn

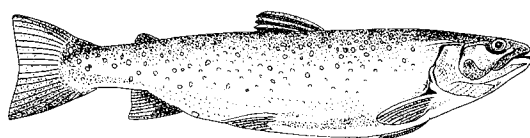


Vattenbruk är  
av vattenorgani  
som fångar vild  
odlade alger i h  
ka vilda bestån  
samt reglering  
den, som inneb  
sikt förbättra y  
fiske hänger in

Betydelsen av f  
kets beroende a  
olika industrier

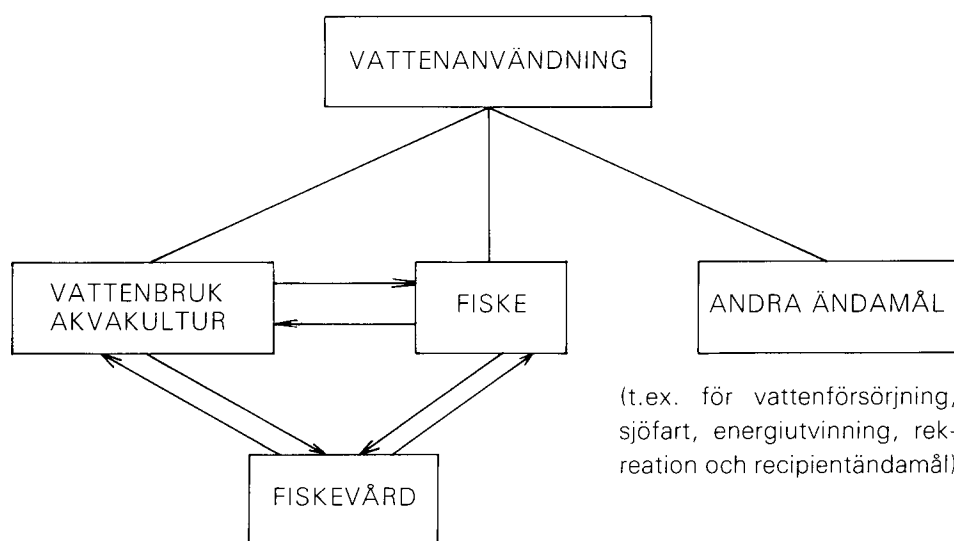
g water resources.  
 lemands.

# Introduktion till vattenbruk



I analogi med jordbruk och skogsbruk myntades begreppet vattenbruk för den näring, som omfattar akvakultur. Nedan följer en schematisk indelning av

vattenanvändning och definition av olika begrepp.



Vattenbruk är således ett synonymt begrepp till akvakultur. Det innebär odling av vattenorganismer som fisk, musslor, kräftdjur och alger till skillnad från fiske, som fångar vilda bestånd av fisk, musslor och kräftdjur. Därjämte skördas icke-odlade alger i hav och sjöar. Fiskevården utgör ett medel att förbättra och förstärka vilda bestånd genom utsättning av juvenil fisk, olika former av biotopvård samt reglering av fisket. Vattenbruk är en förutsättning för den del av fiskevården, som innebär odling av utsättningsbar fisk och andra organismer för att på sikt förbättra yrkesfisket och sportfisket. Därav följer också att vattenbruk och fiske hänger intimt samman.

Betydelsen av fisk och skaldjur i det svenska kosthålllet är ofta förbisedd. Jordbrukets beroende av fiskmjöl som djurfoder är okänt för många människor, liksom olika industriers behov av kemiska produkter framställda ur marina alger.

För närvarande är 3/4 av den totala fisk- och skaldjurskonsumtionen grundad på import. Totalt har konsumtionen ett värde av 3,4 miljarder svenska kronor. Trots en betydande export av fisk, var handelsunderskottet 1,1 miljarder kronor under 1980. Beträffande viktiga kemiska produkter framställda ur marina alger för livsmedels-, läkemedels-, textil- och färgmedelsindustrin är vi fullständigt beroende av importerade varor. Värdet av dessa är svårt att beräkna men torde uppgå till flera tiotals miljoner kronor.

Konsumtionen av fisk- och skaldjur är för närvarande 27,5 kg per person och år. Motsvarande kött-, fjäderfä- och fläskkonsumtion är 64 kg. Det bör emellertid observeras att Sverige importerar ca 100 000 ton fiskmjöl per år. Därjämte producerar vi själva ca 10 000 ton. För framställning av denna kvantitet fiskmjöl behövs det ca 500 000 ton fisk. Under 1979/80 användes ca 100 000 ton fiskmjöl för att föda upp broiler, svin och nötkreatur. Det motsvarar 12,5 kg fiskmjöl eller 56 kg fisk per person och år. Varje svensk konsumerar således 83,5 kg fisk per år direkt eller indirekt. Denna kvantitet omräknat för hela Sveriges befolkning blir nästan 700 000 ton/år. Härav utgör havsfiskets fångst ca 200 000 ton. Vårt beroende av fiskprodukter är således mycket stort.

Fisk och skaldjur är näringsriktig kost. Fiskproteinets aminosyrasammansättning är mycket fördelaktig med hänsyn tagen till vårt näringsfysiologiska behov. Det innehåller bl a höga halter av aminosyrorna lysin, tryptofan och methionin. Fiskfett är lättsmält och innehåller fleromättade fettsyror. Fisk och skaldjur är därför i många fall överlägsna andra livsmedel, vilket konsumenten i Sverige blir mer och mer medveten om. Prisutvecklingen med bl a starkt ökade priser på kött, delvis orsakade av minskade köttsubventioner, har gjort att fisk dessutom är ett billigt livsmedel.

Det finns därför all anledning för en odlare att se ljust på en framtida marknad för fiskprodukter, såvida marknadsföring och distribution kan lösas på ett tillfredsställande sätt. Tar vi dessutom i beaktande våra goda naturliga förutsättningar för odling av fisk, kräftdjur, musslor och alger, finns det stora förutsättningar för utveckling av ett svenskt vattenbruk — en näringsgren som kan ge ekonomisk tillväxt och ökad sysselsättning inom landet gränser.

I förlängningen av detta resonemang ligger också förhoppningen att den kommersiella näringen i kombination med forskning och utbildning skall ge ett gediget kunnande inom såväl akvakultur som hela vattenbruksområdet. Ett kunnande som kan utnyttjas för att sälja know-how till andra länder. Inte minst bör det finnas en ambition att genom utbildning eller på annat sätt stötta utvecklingen av vattenbruket i olika u-länder.

*Hans Ackefors*

Den teknik med  
verkas. En inte  
ligen upphov til  
jar vattnets na

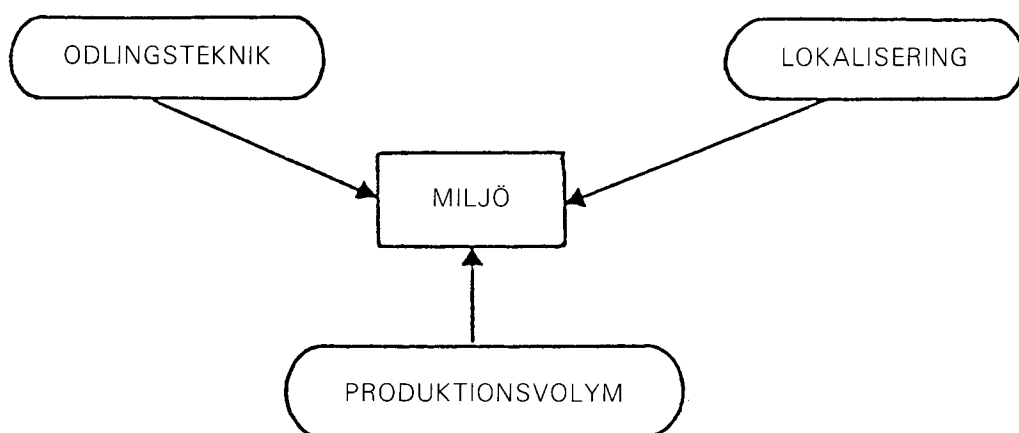
I bassäng-, dan  
loppsvattnet re  
ler rinnande va  
las för att redu  
dana odlingar.

Effekterna på n  
på recipientens  
tenområde inne  
ett litet vatten.

Vid bedömning  
tenområden, m  
ringsstatus och  
och rinnande v  
sel av framför  
tar Karlgren (1  
ton odlad fisk i  
ökade närsaltbe  
rande sjöyta til

I växtnäring  
lastning vara m  
vatten redan så

# Vattenbruket och miljön



Den teknik med vilken organismer odlas är av betydelse för hur mycket miljön påverkas. En intensiv odling, i vilken tillväxten är baserad på tillfört foder, ger vanligen upphov till större effekter i miljön än den extensiva formen, där man utnyttjar vattnets naturliga produktion av födoorganismer.

I bassäng-, damm- eller recirkulerande odlingssystem placerade på land kan avloppsvattnet renas innan det når recipienten. Odling i kassar placerade i sjöar eller rinnande vatten påverkar emellertid omgivningen direkt. Kan teknik utvecklas för att reducera utsläpp och/eller ta hand om sedimentterande material från sådana odlingar, föreligger stora möjligheter att minska deras miljöpåverkan.

Effekterna på miljön av odlingsverksamheten beror även på dess omfattning samt på recipientens storlek och kapacitet. En liten odling lokaliserad till ett stort vattenområde innebär självfallet mindre konsekvenser för miljön, än en stor odling i ett litet vatten.

Vid bedömning av en odlings lokalisering och dess påverkan på närbelägna vattenområden, måste utsläppens storlek relateras till recipientens hydrologi, näringsstatus och produktionsförhållanden. Växtnäringsfattiga (oligotrofa) sjöar och rinnande vatten kan snabbt ändra karaktär redan vid en relativt liten tillförsel av framför allt fosfor. Baserat på ett teoretiskt beräkningsunderlag uppskattar Karlgren (1981), att det i sådana vatten erfordras en sjöyta om minst 30 ha per ton odlad fisk i kassar för att oönskade effekter skall undvikas på grund av den ökade närsaltbelastningen. Naturvårdsverket och Fiskeristyrelsen anger motsvarande sjöyta till 15–30 ha (Naturvårdsverket och Fiskeristyrelsen, 1982).

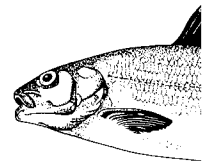
I växtnäringsrika (eutrofa) sjöar kan den synliga effekten av en ökad närsaltbelastning vara mindre än i oligotrofa sjöar. Mängden närsalter är emellertid i dessa vatten redan så stor att ytterligare tillskott bör undvikas. Risk finns annars att

svåra miljöeffekter uppstår t ex genom syrebrist och svavelvätebildning i botten- vattnet. Detta kan leda till att odlingsverksamheten skadas. Odlingar bör därför inte utan noggranna överväganden lokaliseras till eutrofa vatten. I vilken ut- sträckning och till vilken grad påverkan kan tillåtas i de enskilda fallen, kan emel- lertid endast i vissa fall bli föremål för generella bedömningar. Lokala hänsyn i kombination med översiktlig planering av vattenområdenas användning, kan bli faktorer av avgörande betydelse vid den slutliga bedömningen. För odlingsformer som utnyttjar stora arealer tillkommer risker för konflikt med andra intresse- grupper (friluftsliv, naturvård, yrkesfiske, sjöfart etc) vad gäller utnyttjandet av vattenområdet. I viss mån kan detta även gälla för åtgärder som vidtas för att hö- ja ett vattens naturliga produktion (gödsling, kalkning etc).

Jämfört med odlingsform och lokalisering har produktionsvolymen stor betydelse för graden av miljöpåverkan. Stora odlingar medför dessutom ofta större kon- fliktrisker än små när det gäller vattenområdets utnyttjande fysiskt och som reci- pient. Dessutom kan man förvänta att det vid större odlingar införs förädlings- steg (filetering, rökning etc), vilka ytterligare kan bidra till belastningen på mil- jön. Stora odlingar som avses att lokaliseras i inlandsvatten eller havsvikar bör därför ägnas speciell uppmärksamhet.

Alla odlingsformer ger upphov till restprodukter och avfall, som till sin samman- sättning är relativt likartade och består av naturligt förekommande ämnen. Be- lastningen på recipienten beror således på utsläppens storlek. Detta i sin tur är be- roende av odlingsvolym, odlingsteknik, reningsåtgärder och val av organism.

# Inten



## Fodrets s

Mängd och sam- del beroende av stor betydelse.

Bland de typer a urskiljas; torrfoder

Torrfoder består tenhalt (Tabell 1 demedel, medan medel.

Tabell 1. Exempel

Protein
Fett

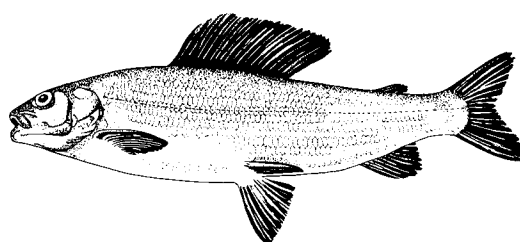
Vid användning rande material ö foderspill (Mark menterbar restp

Tabell 2. Andelen Jydske Teknologisi

Fodertyp
torrfoder
halvtorr fod
våtfoder (hac



# Intensiv odling



I intensiva odlingar tillförs föda eller annan energi av människan. Organismerna (fisk, kräftdjur, alger m m) är koncentrerade på en liten yta. Odlingen sker i dammar, tråg, bassänger, silos m m på land eller i nätkassar, burar m m i sjöar eller kustområden.

## Fodrets sammansättning och egenskaper

Mängd och sammansättning av de restprodukter som lämnar en odling är till stor del beroende av fodrets egenskaper. Från miljösynpunkt är därför fodervalet av stor betydelse.

Bland de typer av foder som idag används för odling av fisk kan tre huvudgrupper urskiljas; torrfoder, halvtorr foder och våtfoder.

Torrfoder består huvudsakligen av fiskmjöl, bindemedel m m och har en låg vattenhalt (Tabell 1). Halvtorr foder består av ungefär lika delar mald fisk och bindemedel, medan våtfoder till större delen består av fisk och en mindre del bindemedel.

Tabell 1. Exempel på sammansättning av ett "torrfoder" (Ewos, T51).

Protein	36%	Kolhydrat	28%	Vatten	9%
Fett	17%	Aska	10%	Fosfor	1,1%

Vid användning av våtfoder kan utsläppsmängderna av näringsämnen och syretärande material öka med 100% i jämförelse med torrfoder, bl a beroende på större foderspill (Markman 1978) (Tabell 2). Våtfoder ger upphov till en mindre sedimentbar restprodukt än torrt eller halvtorr foder.

Tabell 2. Andelen foderspill vid användning av olika fodertyper (Vandkvalitetsinstitutet & Jydsk Teknologisk Inst. 1976).

Fodertyp	Foderspill (%)
torrfoder	1—5
halvtorr foder	5—10
våtfoder (hackad fisk)	10—30

Sättet att utfodra fisken påverkar även den mängd restprodukter som lämnar odlingen. Ett flertal små givor ger upphov till mindre mängder än ett fåtal stora givor. Manuell utfodring har i vissa fall visat sig ge mindre foderspill än automatisk utfodring.

Foderspillet påverkar i hög grad foderkoefficienten, d v s förhållandet mellan mängden använt foder och mängden producerad fisk. Vid foderkoefficient 1.5 åtgår således 1.5 kg torrfoder för att producera 1 kg fisk (våtvikt).

Torrfoder är idag det vanligast använda i Sverige och utnyttjades under 1980 i 80% av den totala matfiskproduktionen (Larsson 1980). Utvecklingsarbete pågår vad gäller fodersammansättning och utfodringsteknik varför föroreningsmängderna från fodret kan komma att minska.

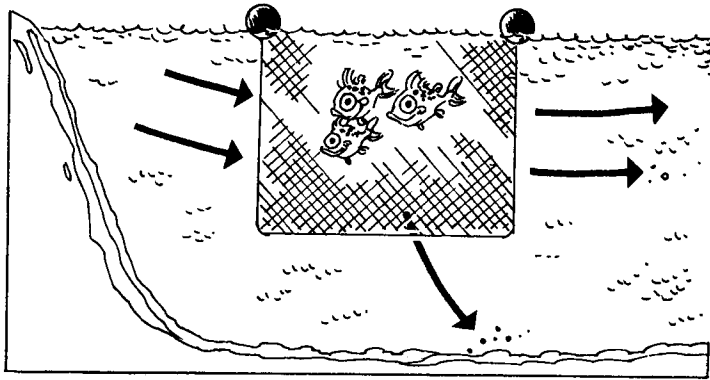
I framtiden kan ensilerat foder komma att användas inom fiskodlingen. Ensilering innebär en konservering genom tillsats av syra eller syraproducerande bakterier (fermentering). Vid denna process dödas parasiter och bakterier vilket gör det möjligt att utan risk använda skräpfisk och fiskrens.

Teknik för framställning av protein från olika sorters avfall eller olja är idag i snabb utveckling. Det kan framställas genom odling av alger, jästsvampar eller bakterier. Detta skencellsprotein har kombinerats med fiskmjölsprotein i olika foderförsök med gott resultat på atlantlax (Bergström 1979).

## Kassodling

Denna teknik innebär att fisken odlas i kassar av nät. Kassen är fäst i en flytande ram och placeras i sjöar, rinnande vatten eller i havet.

I Sverige är det främst kassodlingstekniken som utnyttjas mest i matfiskodlingar. Den helt dominerande fiskarten är regnbåge men även andra laxfiskar odlas i kassar. I framtiden kommer troligen även plattfisk att odlas på detta sätt.



Figur 2. Kassodling bedrivs i flytande nätkassar, som varierar i volym från 50 till 500 m<sup>3</sup>.

I de flesta kassodlingar utnyttjas emellanåt även

Kassodlingstekniken har utvecklats mycket under de senaste åren. Någon praktisk tillämpning finns ännu inte. Följande biofiltrer presenteras av Larsson (1980) och deras miljöpåverkan.

Såsom regnbågsodling är kassodlingssäsongen även fodergivningen och utsläppet av fiskavfall ett viktigt material utsläpp som kan främmande ämnen.

## Utsläpp av

Bland de närsalter som utsläpps från fiskodlingar ses de största mängderna fosfor som orsakar betydande miljöpåverkan. Den vanligaste orsaken är fosfor som utsläpps från fiskodlingar. Enligt Karlsson (1980) åtgår ca 18 kg fosfor per ton fisk och 120–185 g fosfor per kg fisk.

Uppgifter om kväveutsläpp från fiskodlingar är ytterst få. Utsläppet av kväve är uppskattat till ca 10 kg per ton fisk.

Vid beräkningar av kväveutsläppet från fiskodlingar med svagt konisk utsläpp har kväveutsläppet uppskattats (Wahlström 1980) och har koefficient 2,0 av kväveutsläppet. Detta befanns vara 80 g per kg fisk och samling och omvärldspåverkan varför dessa utsläpp är betydande.

Vid uppskattning av kväveutsläppet från fiskodlingar från alla skillnader i utsläppet av fisk med ett utsläpp av kväve per ton fisk görs över en omsättning och en fiskodlingssäsongen.

produkter som lämnar  
mer än ett fåtal stora  
foderspill än automa-

förhållandet mellan  
foderkoefficient 1.5 åt-  
rätt).

gjordes under 1980 i  
odlingsarbete pågår  
för föroreningsmäng-

iskodlingen. Ensile-  
producerande bakte-  
terier vilket gör det

eller olja är idag i  
; jästsvampar eller  
mjölsprotein i olika

är fäst i en flytande

i matfiskodlingar.  
fiskar odlas i kas-  
letta sätt.



från 50 till 500 m<sup>3</sup>.

I de flesta kassodlingar användes torrfoder som föda; halvtorr foder eller våtfoder utnyttjas emellertid i en del odlingar.

Kassodlingstekniken medför att utsläpp från odlingen direkt kommer ut i recipienten. Någon praktisk användbar teknik för att tillvarata foderrester och exkrementer finns ännu inte. En metod att genom sedimentationsbassänger och efterföljande biofiltrering avlägsna sedimenterbara rester från kassodlingar har dock presenterats av Lewis och Weke (1976). I vilken omfattning detta minskar odlingens miljöpåverkan är emellertid ej känt.

Såsom regnbågsodlingen bedrivs i Sverige ökar utsläppsmängderna kraftigt under odlingssäsongen. De är störst på hösten då fiskbeståndet är stort och följaktligen även fodergivorna stora. Från kassodlingar kommer bl a närsalter och organiskt material ut i vattnet. Även vissa mediciner eller andra för omgivningen främmande ämnen kan tidvis avges.

## Utsläpp av närsalter

Bland de närsalter som avges från odlingarna är det främst fosfor och kväve som anses ge de största effekterna i miljön. I havets kustområden kan kvävetillskottet orsaka betydande produktionsökningar medan det i sjöar och rinnande vatten vanligen är fosfor som begränsar tillväxten. Teoretiska beräkningar av den mängd fosfor som avges från odlingarna vid användandet av torrfoder visar att ca 13 kg fosfor avgår per säsong vid en produktion av 1 ton fisk med foderkoefficient 1.5 (Karlgrén 1981). Vid foderkoefficient 2.0 och samma beräkningsgrunder avgår ca 18 kg fosfor. Vid maximal belastning under några höstveckor avgår 120–185 g fosfor per dygn och ton säsongproducerad fisk.

Uppgifter om kvantitativa utsläpp från kassodlingar som är baserade på direkta mätningar är ytterst få. Dickson (1980) anger fosforavgången till omgivande vatten till ca 10 kg fosfor per ton producerad fisk under en säsong.

Vid beräkningar av närsaltsutsläpp från cirkeltrågsanläggningar (rund bassäng med svagt konisk botten) har, vad gäller fosforavgången, värden liknande Dicksons erhållits (Warrer-Hansen 1981). Vid en produktion av 1 ton fisk med foderkoefficient 2,0 avgavs 13 kg fosfor per säsong. Det maximala utsläppet per dag befanns vara 80 g. Kväveutsläppen beräknades till 108 kg per säsong. Någon ansamling och omvandling av organiskt material sker inte i cirkeltrågsanläggningarna varför dessa värden torde vara jämförbara med vad som gäller för kassodlingar.

Vid uppskattning av samhällets belastning på recipienter har man beräknat att varje människa bidrar med 2,5 g fosfor per dag (=1 personekvivalent). Bortsett från alla skillnader i övrigt, motsvarar således på årsbasis produktionen av ett ton fisk med ett utsläpp av 10–15 kg fosfor ca 11–16 personekvivalenter. Att beräkningen görs över en årscykel motiveras av ekologiska orsaker. Fosforns biologiska omsättning och effekter manifesteras nämligen under en längre tid än själva odlingssäsongen.

## Utsläpp av organiskt material

Den substans som avges från kassodlingar är till övervägande delen av organisk natur och nedbrytes relativt lätt under förutsättning att syre finns tillgängligt. Det syre som därvid förbrukas anges som BOD (biokemisk syreförbrukning) eller UOD (total syreförbrukning). UOD innefattar förutom BOD även syretäring genom oxidation av kväveföreningar och genom fiskens andning. Man bör observera att syretäringen genom fiskens andning kan vara av samma storleksordning som den biokemiska syreförbrukningen (Markman 1978).

Vid en foderkoefficient av 1.5 beräknas teoretiskt BOD till i genomsnitt 4.5 kg syre per dygn och ton säsongproducerad fisk (Tabell 3).

Från cirkeltrågsanläggningar i Danmark föreligger uppgifter om BOD som avsevärt avviker från de ovannämnda beräkningarna. Vid en foderkoefficient av 2.0 förbrukas ca 2.0 kg syre per dygn och ton säsongproducerad fisk (Tabell 3).

Tabell 3. Syretäring vid odling av 1 ton/fisksäsong med olika foderkoefficienter.

	Syretäring (kg/dygn)	
	(Karlgrén 1981)	(Warrer-Hansen 1981)
Foderkoefficient	1.5	2.3
BOD Genomsnitt	4.5	10.9
BOD Toppbelastning	6.0	17
UOD Genomsnitt	11.0	19
UOD Toppbelastning	16.5	29.5

Det bör påpekas att den av Karlgrén i Tabell 3 redovisade teoretiska syretäringen är beräknad under förutsättning att all syretärande organisk substans, som avgår från fiskodlingen, blandas in i den fria vattenmassan. Det har emellertid visat sig att både exkrementer och foderspill faller till botten under kassarna och bildar yt-sediment. De angivna uppgifterna om syretäringens omfattning bör således ses som de högsta möjliga. Beräkningarna visar dock tydligt hur betydelsefull foderkoefficienten är för omfattningen av den utsläppta mängden organiskt material. En effektiv odling med rätt avvägd fodergiva med hänsyn till fiskens aptit och storlek samt vattentemperatur minskar utsläppet.

Odling i kassar medför att avfallsprodukter såsom exkrementer och foderspill vanligen ansamlas inom ett begränsat område. Under odlingen kan därför sedimentbildningen öka.

Det översta sedimentlagret med synliga foderrester i en halländsk insjö var ett år i slutet av odlingssäsongen 10 cm. Påföljande år, under vilket fodergivan minskades till hälften, uppmättes endast 1 cm (Enell, pers. med.).

Tillväxten av sediment är beroende av de hydrologiska förhållandena på platsen. Detta innebär att stora variationer i depositionsmonster av exkrement och foder kan förekomma även inom en och samma sjö.

## Dammodling

I denna typ av odlingsmetod är fiskarna små och har en relativt kort livslängd.

I Danmark är dammodling en viktig del av fiskodlingen och till viss del av landbrukets näringsvärdnad.

Odlingstekniken har utvecklats av olika sjöbrukare och varierar mycket mellan olika områden. I Danmark används denna odlingsmetod för att producera fisk av olika arter och i olika miljöer.



Figur 3. Grävda eller dammodling i Sverige. I Danmark används denna odlingsmetod för att producera fisk av olika arter och i olika miljöer.

Vid behov rengörs dammen och fiskarna skördas på ett lämpligt sätt.

## Utsläpp av näringsämnen

Jämfört med utsläppet från jorddammar är utsläppet från fiskodlingar betydligt lägre per fisk och per areal.

Tabell 4. Syreförbrukning till ett fiskbestånd av 1 ton.

BOD <sub>5</sub>
Tot-P
Tot-N

## Dammodling

de delen av organisk  
re finns tillgängligt.  
yreförbrukning) eller  
) även syretäring ge-  
g. Man bör observera  
storleksordning som

genomsnitt 4.5 kg sy-

r om BOD som avse-  
lerkoefficient av 2.0  
d fisk (Tabell 3).

koefficienter.

g/dygn)
arr-Hansen 1981)
2.0
2.0

etiska syretäringen  
substans, som avgår  
emellertid visat sig  
sarna och bildar yt-  
ning bör således ses  
betydelsefull foder-  
organiskt material.  
ll fiskens aptit och

nter och foderspill  
en kan därför sedi-

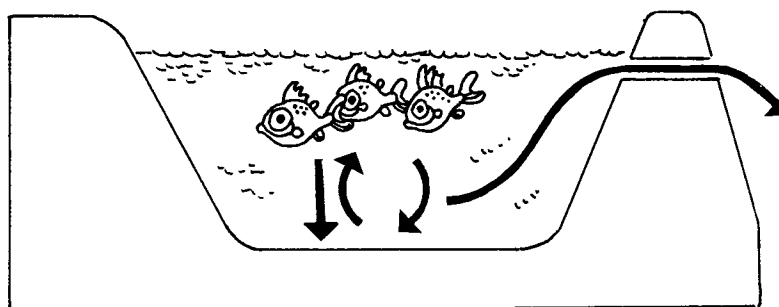
dsks insjö var ett år  
fodergivan minska-

andena på platsen.  
krement och foder

I denna typ av odling utnyttjas jorddammar. Flertalet dammodlingar i Sverige är små och har en relativt liten produktion av laxfiskar.

I Danmark är dammodlingstekniken väl utvecklad och helt dominerande vid produktion av regnbåge. Miljöeffekterna av dessa odlingar är förhållandevis väl kända och till viss del överförbara till svenska förhållanden.

Odlingstekniken medför att det vatten som lämnar odlingen till viss del har påverkats av olika självreningsprocesser. Exkrementer och foder som sedimenterar, virvlas upp av fisk och bottendjur, vilket gynnar nedbrytningen. I vilken omfattning denna omrörning sker är beroende på bl a dammens utformning, vattenomsättning, fiskart och fodertyp.



Figur 3. Grävda eller naturliga jorddammar var förr den dominerande odlingstekniken i Sverige. I Danmark odlades 19 000 ton regnbåge i jorddammar år 1981.

Vid behov rengöres dammarna från bildat sediment. Förutsatt att slammet deponeras på ett lämpligt sätt, bör inga negativa effekter uppstå vid denna slamhantering.

## Utsläpp av närsalter och organiskt material

Jämfört med utsläpp från kassodlingar och cirkelträgsanläggningar är utsläpp från jorddammar i Danmark lägre eller likvärdiga vad gäller biokemisk syreförbrukning och fosfor (Tabell 4 och 5).

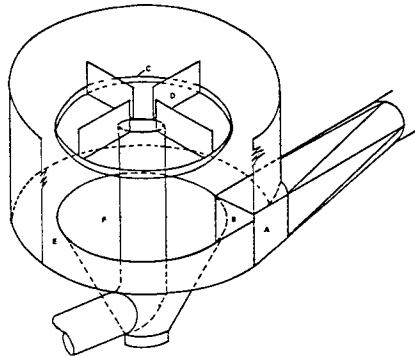
Tabell 4. Syreförbrukning och närsalter i utsläpp från jorddammar (kg/dygn och omräknat till ett fiskbestånd av 1 ton). (Vandkvalitetsinstitutet 1976.)

	8 utfodringar/dag		3 utfodringar/dag	
	Torrfoder	Våtfoder	Torrfoder	Våtfoder
BOD <sub>5</sub>	1.4	2.8	1.8	4.7
Tot-P	0.06	0.12	0.096	0.17
Tot-N	0.32	0.48	0.36	0.78

Tabell 5. Arlig syreförbrukning och närsaltutsläpp från jorddam i vilken regnbåge odlats och utfodrats med torrfoder (kg per ton producerad fisk). (Vandkvalitetsinstitutet & Jydsk Teknologisk Inst. 1976, Warrer-Hansen 1976, Warrer-Hansen & Simonsen 1978.)

BOD <sub>5</sub>	300
Tot-P	10
Tot-N	81

Försök att minska föroreningsmängderna från dammodlingar har sedan en lång tid pågått i Danmark. Genom att exkrementer från den odlade fisken sedimenterar relativt snabbt, kan sedimenteringsbassänger utnyttjas. Konventionella bassänger kräver dock en relativt stor yta. Denna kan minskas radikalt genom användande av en s k virvelseparator (Fig. 4).



Figur 4. Genom att använda en s k virvelseparator kan föroreningsmängder från dammodlingar minskas.

Denna utgörs av en rund tank, i vilken flödet inleds tangentiellt. Partiklar sedimenterar till botten i mitten av tanken, varefter de avleds. Biologiska syreförbrukningen och totala kvävemängden reduceras med ca 30%. Den totala fosfor-mängden minskas med 15% (Tabell 6).

Det vatten som uttages vid ytan i centrum av virvelseparatorn är mer eller mindre partikelfritt. Metoden medger en koncentrerad av partiklarna så att det vid botten uttagna vattnet endast utgör 1–5% av det totala vattenflödet.

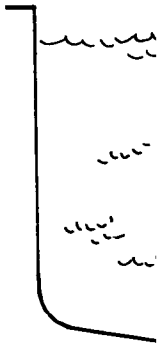
Tabell 6. Beräknad reningseffekt vid användandet av virvelseparator (Warrer-Hansen 1981).

Före rening i virvelseparator (kg/dygn och ton prod. fisk)		Reningseffekt %
BOD <sub>5</sub>	1.70	30
Tot-N	0.45	30
Tot-P	0.06	15
Suspenderat material	2.50	60

## Bassängodling

Denna odlingsform fi  
tionsodlingar. Odling

Utfodring sker huvud  
årig smolt är foderko  
mindre fiskar, är bio  
landevis liten, även v  
200 000–500 000 sm



Figur 5. Vid odling av l  
gen direkt ut i recipient

De flesta odlingar är  
utspädning av det avf  
utan rening till recipi

I framtiden kan man  
utnyttjar spillvärme,

## Recirkuleran

Med ett recirkulerand  
ler flera gånger. Detta  
till odlingen. Recirku  
en förbättrad värmee  
tem kan temperature  
Graden av slutenhet  
dock kontinuerligt et

Reduceringen av halt  
filtrering. Kväveföre  
slam teknik eller bio

n i vilken regnbåge odlats  
valitetsinstitutet & Jydske  
Simonsen 1978.)

gar har sedan en lång  
lade fisken sedimente-  
s. Konventionella bas-  
radikalt genom använ-

mängder från dammod-

siellt. Partiklar sedi-  
Biologiska syreför-  
b. Den totala fosfor-

är mer eller mindre  
a så att det vid bott-  
lödet.

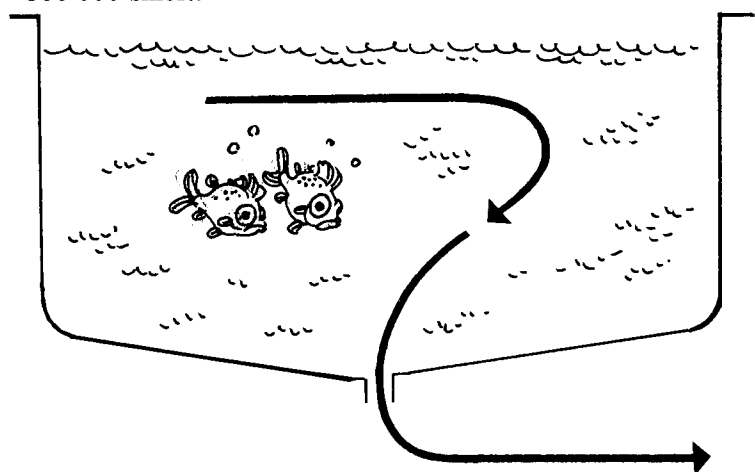
ator (Warrer-Hansen

ningseffekt %
30
30
15
60

## Bassängodling

Denna odlingsform finner man huvudsakligen vid kraftstationernas kompensationsodlingar. Odlingen är inriktad på produktion av lax- och havsöringsungar.

Utfodring sker huvudsakligen med torrfoder. För hela produktionsförloppet till 2-årig smolt är foderkoefficienten 2.2. Eftersom verksamheten är koncentrerad till mindre fiskar, är biomassan i odlingen och därmed föroreningsmängden förhållandevis liten, även vid stora produktionsanläggningar med en årsproduktion av 200 000—500 000 smolt.



Figur 5. Vid odling av laxsmolt i bassänger (el tråg) går det starkt utspädda avfallet vanligen direkt ut i recipienten utan rening.

De flesta odlingar är lokaliserade till större vattendrag, vilket medför en kraftig utspädning av det avfall som släpps ut. Vattnet från odlingen går därför vanligen utan rening till recipienten. Lokalt kan dock utsläppen påverka miljön.

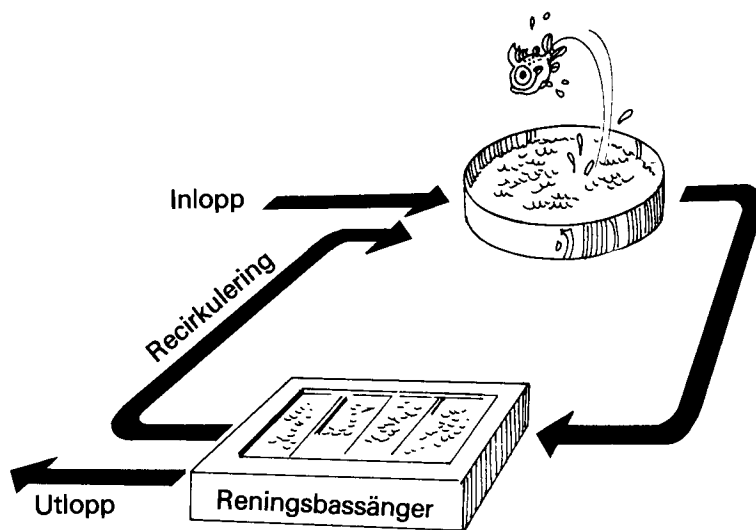
I framtiden kan man vänta en ökning av antalet bassäng- och dammodlingar som utnyttjar spillvärme, exempelvis från industrier.

## Recirkulerande system

Med ett recirkulerande system avses en anläggning där vattnet återanvänds en eller flera gånger. Detta möjliggörs genom att en vattenreningsanläggning kopplas till odlingen. Recirkuleringen medför, förutom att mindre vattenmängder åtgår, en förbättrad värmekonomi vid användandet av uppvärmt vatten. I sådana system kan temperaturen anpassas så att optimal tillväxt erhålles för olika arter. Graden av slutenhet och reningsprincip varierar från fall till fall; vanligen sker dock kontinuerligt ett mindre tillskott av nytt vatten.

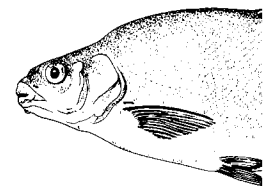
Reduceringen av halten organiskt material sker genom sedimentering och/eller filtrering. Kväveföreningar oxideras på mikrobiologisk väg med hjälp av aktivt slam teknik eller biologiska bäddar.

Beroende på foder, reningsteknik och grad av slutenhet blir de mängder av förore-  
nande substanser och vattenmängder som släpps ut mycket olika. För att erhålla  
uppgifter om utsläppsmängder måste därför mätningar göras på varje enskild an-  
läggning. Eftersom de recirkulerande systemen endast avger en begränsad mängd  
avloppsvatten, blir reningsprocedurerna enkla och lätta att övervaka. Påverkan  
på omgivningen bedöms därför vara liten.



Figur 6. I ett recirkulerande system kontrolleras den biologiska, fysiska och kemiska miljön  
fullständigt och vattnet återanvänds i varierande grad (90–100%). De toxiska ammonium-  
produkterna oxideras via nitrit till nitrat med hjälp av bakterier i reningsbassängen. Nitrat  
kan sedan omvandlas till kvävgas på olika sätt.

## Extensiv



och i glesa bestånd. A  
i täta bestånd som b

## Musselodling

Odling av blåmusslo  
gatt och i Östersjön  
verksamheten är inr  
der 1982 beräknas s  
produktion täcker e

Musslorna odlas på  
djup. Banden är fäst  
bojar. Odlingsperiod  
nått en längd av 6–

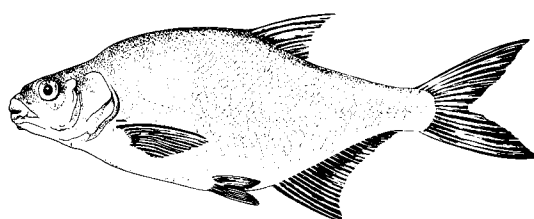
Varje odling dimens  
klusive skal. En såd  
odlingsmängd i Boh  
berg, pers. med.). I  
högre odlingsmängd

Det förekommer ing  
rige. Ostron har tid  
Naturlig rekrytering  
temperaturer, som  
reproducerar sig vi  
svenska västkusten



de mängder av förore-  
olika. För att erhålla  
as på varje enskild an-  
r en begränsad mängd  
t övervaka. Påverkan

## Extensiv odling



I extensiva odlingar tillförs *ingen föda eller annan energi* av människan. Endast naturligt producerad föda utnyttjas. I subtropiska och tropiska länder förekommer extensiva odlingar av fisk och räkor över stora ytor

och i glesa bestånd. Av en helt annan karaktär är de extensiva odlingar av musslor i täta bestånd som bedrivs i vårt land.



ska och kemiska miljön  
De toxiska ammonium-  
ningsbassängen. Nitrat

## Musselodling

Odling av blåmusslor i Sverige förekommer f n endast i Bohuslän. I södra Kattegatt och i Östersjön är tillväxten sämre och musslorna blir inte så stora. Odlingsverksamheten är inne i ett expansivt skede. Under 1981 skördades 500 ton. Under 1982 beräknas skörden bli ca 1 500 ton och under 1983 ca 2 400 ton. Denna produktion täcker emellertid inte efterfrågan.

Musslorna odlas på vertikala band som hänger från ytan och ned till 6–8 meters djup. Banden är fästa i långa horisontella linor, som är förankrade och bärs upp av bojar. Odlingsperioden omfattar 1.5–2 år och efter denna tid har musslorna uppnått en längd av 6–7 cm.

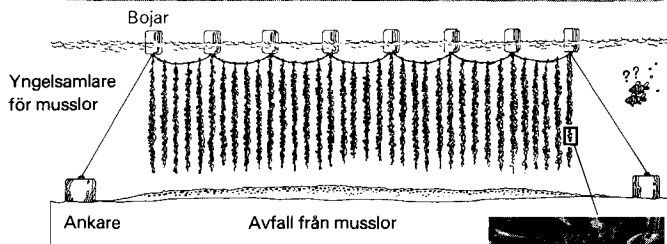
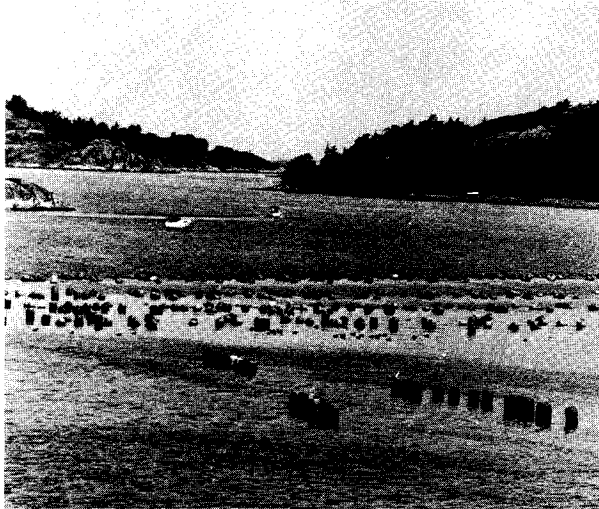
Varje odling dimensioneras vanligen för en avkastning av ca 100 ton musslor inklusive skal. En sådan odlingsenhet upptar en yta av 1500–2000 m<sup>2</sup>. En tänkbar odlingsmängd i Bohuslänns skärgård kan uppgå till omkring 50 000 ton (Rosenberg, pers. med.). Det finns emellertid andra beräkningar som anger betydligt högre odlingsmängder (Haamer 1977).

Det förekommer ingen kommersiell odling av andra musselarter eller ostron i Sverige. Ostron har tidigare plockats på bankar i havet för vidare odling i bassänger. Naturlig rekrytering av ostronlarver är osäker i Sverige på grund av låga sommartemperaturer, som hämmar ostronens reproduktion. Blåmusslan däremot, som reproducerar sig vid lägre temperatur än ostron, ger stora mängder larver vid svenska västkusten.

Musslor livnär sig genom att filtrera växtplankton från vattnet. Exkretionsprodukterna hamnar till stor del på botten under odlingen. Strömstyrkan vid odlingen har sannolikt en avgörande betydelse för avfallens spridning och därmed för de miljöeffekter som uppkommer i anslutning till botten.\*

Resultat från ekologiska studier vid en 100-tons musselodling utanför Strömstad visar att nedfallet mitt under odlingen under en odlingsperiod är ca 7 kg torrsubstans per m<sup>2</sup> (motsvarande 1 kg kol per m<sup>2</sup>). Vid en odlingsenhet omfattande 1 500 m<sup>2</sup> är således mängden sedimentterande torrsubstans ca 10 ton. Sedimentets tillväxt uppskattas till ca 10 cm per odlingsäsong.

Framtida användningsområde för sediment från musslor kan exempelvis vara odling av sedimentätande djur. Det kan även tänkas användas som jordförbättringsmedel.

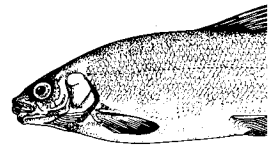


Figur 7. Blåmusselodling i Bohuslän (Foto: Christer Enerskog). Musslor odlas på vertikala band, som är fästa på horisontella linor eller wirar, som i sin tur bärs upp av bojar (Teckning: Nils Peterson). Närbild av en musselklase under vattnet (Foto: L-O Loo).



\* I jämförelse med opåverkade områden är sedimentationshastigheten nästan tre gånger högre under en musselodling (Dahlbäck & Gunnarsson 1981).

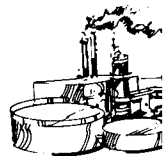
# Algodling



råvara för tillverkning samt för energiutvinn av avloppsvatten. Pro totala skörden i värld det finns möjligheter

I Asien har algodling till matlagning. Under av olika kemiska komponenter är mindre än en procent som blir därför allt nöd

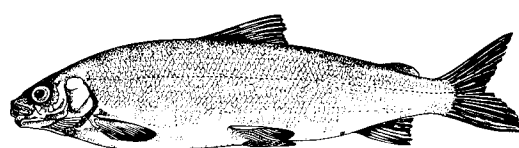
Närsalter från avloppsvatten  $\text{NO}_3\text{-N}$   $\text{N}$   $\text{PO}_4\text{-P}$



Produktion av biogas

Figur 8. Makroalger (skalier, mediciner) samt för avloppsvatten

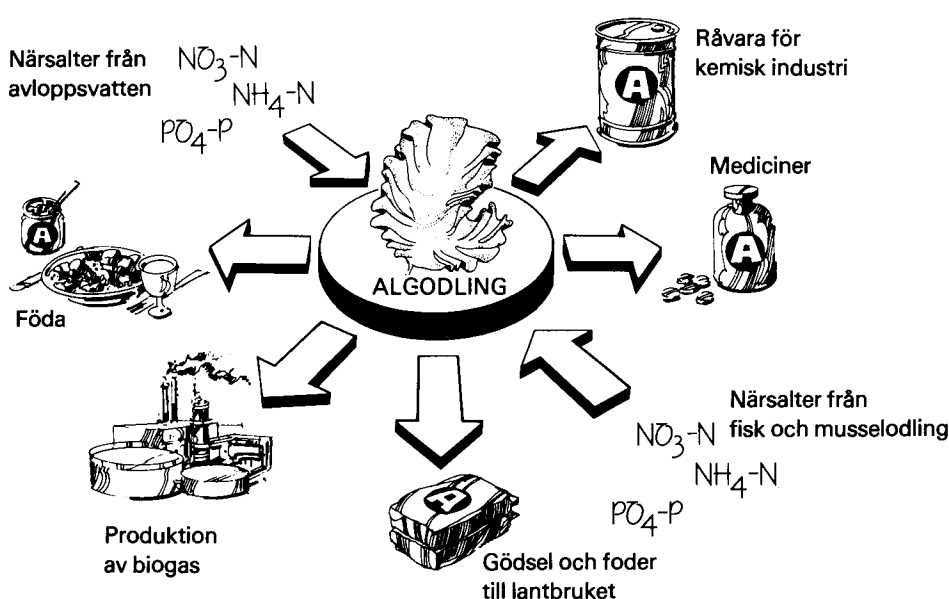
# Algodling



I vatten förekommer såväl mikroskopiska som makroskopiska alger. Båda grupperna odlas eller skördas i naturliga miljöer. Syftet är att utnyttja dessa som

råvara för tillverkning av livsmedel, djurfoder, gödsel, kemikalier, mediciner samt för energiutvinning. Därtill kommer att alger kan användas vid behandling av avloppsvatten. Produktionen av makroalger (tång) är totalt sett viktigast. Den totala skörden i världen inklusive odlingar utgör ca 3 miljoner ton. Man anser att det finns möjligheter att utöka skörden till 18 miljoner ton per år.

I Asien har algodling urgamla traditioner. Syftet har varit att framställa råvaror till matlagning. Under 1900-talet har intresset för att utnyttja alger för utvinning av olika kemiska komponenter blivit allt starkare. Tillgångarna på vilt växande alger är mindre än efterfrågan. Övervakning och vård av de naturliga tillgångarna blir därför allt nödvändigare. Av dessa anledningar blir odlingar allt viktigare



Figur 8. Makroalger (tång) används för framställning av livsmedel, djurfoder, gödsel, kemikalier, mediciner samt för energiutvinning. Därutöver kan alger användas för att rena avloppsvatten samt för att återanvända närtsalter från fisk- och musselodlingar.

attnet. Exkretionspro-  
Strömstyrkan vid od-  
spridning och därmed  
en.\*

ng utanför Strömstad  
od är ca 7 kg torrsub-  
ngsenhet omfattande  
a 10 ton. Sedimentets

kan exempelvis vara  
idas som jordförbätt-



iggre under en musselodling

för att tillgodose behovet av alger. Sådana odlingar är ofta placerade längs kusterna och i många fall i områden där intressekonflikter uppstår på grund av konkurrens om tillgängligt utrymme. Konflikter har också konstaterats inom vattenbruksområdet i Asien, t ex mellan alg- och ostronodlare. Stora områden täcks av flottor varifrån nät med algsporofyter hänger ned i vattnet.

Produktion av biogas genom fermentering av makroalger innebär att vidsträckta områden tas upp av odlingsanläggningar. Mest kända är försöksodlingarna av kelp (en alg av släktet *Macrocystis*) utanför kaliforniska kusten i USA. Varje odlingsenhet är ca 200 m i diameter och upptar därigenom stor yta.

Alla odlingar förutsätter att näringsinnehållet i vattnet är relativt högt för att er- hålla en god tillväxthastighet. I många fall får man gödsla för att vattnets inne- håll av bl a nitrat-kväve skall bli tillräckligt högt. För att odla nori (*Porphyra*) i Japan tillsätter vissa odlare pellets, som innehåller 90% kväve och 10% kalium. Vid odling av kombu (*Laminaria*) räknar man med att tillsätta 1 kg gödselmedel per 3.75 kg algskörd (Mathiesen 1975). En lerkärscylinder med näringsämnena fästs vid varje odlingsflotte, för att näringsämnena långsamt skall diffundera ut i vattnet. Sporofyten kan även doppas i en lösning av ammoniumnitrat innan den placeras ut i vattnet för tillväxt.

För miljön positiva effekter erhålles om alger odlas i utsläpp från reningsverk el- ler i samband med fisk- och musselodlingar. I stället för att bygga ut ett renings- verk i Danmark med ett tredje steg för näringsreduktion odlas grönalgen *Ulva lactuca* i det utströmmande avloppsvattnet. De beräkningar som utförts visar att avloppsvattnet befrias från all fosfatfosfor och större delen av kvävet genom alg- odlingen (Wachenfeldt, pers. medd.).

Även andra växter än alger förmår emellertid ta upp näringsämnen i stora kvantiteter. Vattenhyacint har exempelvis visat sig kunna absorbera följande ämnen ur vatt- net (Tabell 7).

Tabell 7. Absorption av olika mineralämnen från vattnet av vattenhyacint (Anon. 1976).

Ämne	Absorption (kg/ha och dag)
Kväve	22—44
Fosfor	8—17
Kalium	22—44
Kalcium	11—22
Magnesium	2—4
Natrium	18—34

Dessutom har konstaterats att potentiellt farliga ämnen som kadmium, nickel, kvicksilver och fenol kan koncentreras 4 000—20 000 gånger av olika vatten- växter.

Alger används nu vid experimentella försök i olika fisk- och musselodlingar för

att utröna möjlighet-  
biterade odlingar av  
i framtiden.

I Sverige finns ännu  
ken form och utsträ-  
ling i syfte att rena  
fekterna bli positiva

acerade längs kuster-  
på grund av konkur-  
aterats inom vatten-  
ra områden täcks av  
.  
nebär att vidsträckta  
örsöksodlingarna av  
rusten i USA. Varje  
stor yta.

lativt högt för att er-  
ör att vattnets inne-  
lla nori (*Porphyra*) i  
ive och 10% kalium.  
ta 1 kg gödselmedel  
ed närsalterna fästs  
fundera ut i vattnet.  
t innan den placeras

från reningsverk el-  
ygga ut ett renings-  
llas grönalgen *Ulva*  
om utförts visar att  
v kvävet genom alg-

i stora kvantiteter.  
nde ämnen ur vatt-

*yacint* (Anon. 1976).

kadmium, nickel,  
r av olika vatten-

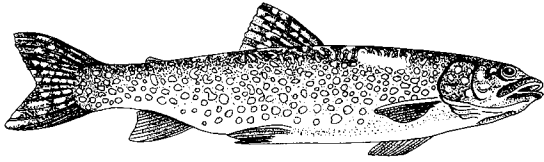
nusselodlingar för

att utröna möjligheten att eliminera bl a kväveprodukter ur odlingsvattnet. Kom-  
binerade odlingar av alger och musslor eller fisk är därför tänkbara odlingssystem  
i framtiden.

I Sverige finns ännu inga kommersiella algodlingar. Det är dessutom ovisst i vil-  
ken form och utsträckning dessa odlingar kommer att bedrivas. Används algod-  
ling i syfte att rena vatten från t ex andra odlingar eller från reningsverk, kan ef-  
fekterna bli positiva för miljön.

# Miljöeffekter av odlingsverksamhet

## Fiskodling



Från fiskodlingar avges en mängd olika ämnen till vattnet. Av störst betydelse från miljö-  
vårdssynpunkt är närsalter (exempelvis fosfor och kväve)

och organiskt material. Dessa ämnen, liksom utsläpp av t ex kemikalier, medicin-  
rester och doftämnen från de odlade arterna kan ge upphov till effekter i miljön.

Tillförsel av fosfor och kväve innebär en gödsling av vattnet och leder till en ökad  
produktion av växter och djur. I sjöar är tillskottet av kväve som regel av mindre  
betydelse. I havets kustområden är i allmänhet oorganiskt kväve det begränsande  
växtnäringsämnet. Ett tillskott av kväve från en odling kan periodvis tänkas bi-  
dra till en förhöjd primärproduktion.

Den ökade mängden av påväxtalger, växtplankton och högre vegetation medför  
att det åtgår stora mängder syre när dessa dör och brytes ned. Syreåtgången kan i  
ogynnsamma fall bli betydande och orsaka syrebrist i vatten.

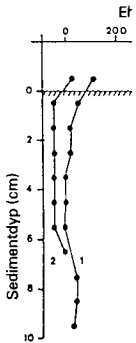
Märkbara förändringar i vattendragens ekosystem uppkommer när fosforbelast-  
ningen når över en viss nivå ovanför vilken användbarheten av vattnen generellt  
minskar. Erfarenhetsmässigt har man funnit en ungefärlig gräns för denna nivå.  
Vid beräkning av denna gräns används uppgifter om den totalt tillförda mängden  
av fosfor, ställd i relation till vattenomsättningen (Vollenweider 1975).

Näringsämnen som tillföres rinnande vatten transporteras delvis till nedströms  
liggande sjöar. Bedömning av miljöeffekter i vattendrag skall således utsträckas  
till vattenområden dit näringstillskottet transporteras.

Då utsläppen av fosfor varierar kraftigt under odlings säsongen försvåras bedöm-  
ningen av dess effekter. Det fosfortillskott som under hösten når recipienten till-  
godogörs således i mindre omfattning av vattenvegetationen än ett motsvarande  
tillskott under vår och sommar. Effekterna av höstutsläpp blir i detta fall för-  
skjutna till påföljande år.

Förutom det organiska material som uppkommer som en sekundär effekt av fos-  
forbelastningen erhålles material i form av exkrementer och foder från odlings-  
verksamheten. Det organiska materialet faller i större eller mindre utsträckning  
till botten och bildar ett näringsrikt sediment. På lång sikt innebär detta att sjöns  
åldrande påskyndas.

Vid nedbrytningen  
ringsrikedomen i se  
till en rad förändr  
Undersökningar fri  
rester är reduceran  
9).



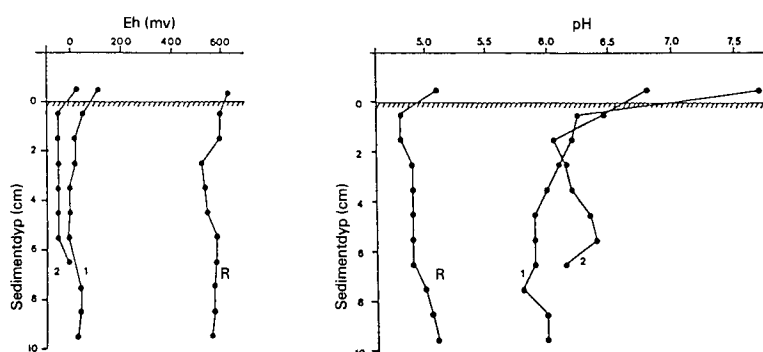
Figur 9. Redoxpotenti  
och 2 under kassodli.

Vid goda syreförhå  
kemisk "barriär" so  
tenmassan. Härige  
der lång tid. Vid sy  
kemiska förhållanc  
nebär att fosfor so  
de vattenmassan. I

Även under aeroba  
menterat material

Figur 10. Frigörelse o  
den, Liervatn, Norge

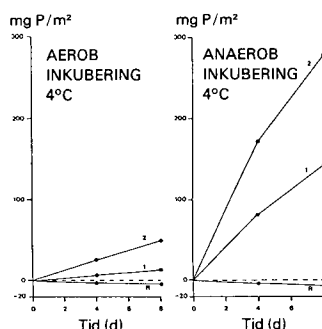
Vid nedbrytningen av det organiska materialet åtgår syre. Syretäringen och näringsrikedomen i sedimentet och i gränsskiktet mellan sediment och vatten leder till en rad förändringar i de kemiska och biologiska förhållandena vid botten. Undersökningar från en insjö i Norge visar att sediment med stort inslag av foderrester är reducerande och har högre pH i jämförelse med opåverkat sediment (Fig. 9).



Figur 9. Redoxpotential (ett mått på syrenehåll) och pH i sediment från en norsk insjö. 1 och 2 under kassodlingen, R referenspunkt (Nilsen et al., 1981).

Vid goda syreförhållanden i gränsskiktet mellan sediment och vatten existerar en kemisk "barriär" som försvårar transport av näringsämnen från sediment till vattenmassan. Härigenom kan näringsämnen anrikas och bindas till sedimentet under lång tid. Vid syrebrist i gränsskiktet mellan sediment och vatten förändras de kemiska förhållandena så att fosfors bindning till sedimentet upphör. Detta innebär att fosfor som tidigare varit bundet i sedimentet frigörs till den ovanliggande vattenmassan. Därmed accelereras eutrofieringsprocessen.

Även under aeroba förhållanden har det dock visat sig att fosfor avges från sedimenterat material under kassodling (Fig. 10).



Figur 10. Frigörelse av fosfor från sediment till vatten under aeroba och anaeroba förhållanden, Liervatn, Norge. 1 och 2 under kassodlingen, R referenspunkt (Nilsen et al., 1981).

Syretärande material kan orsaka syreunderskott i vattenmassan och leda till att vissa syrekrävande djur försvinner, exempelvis laxartade fiskar och kräftdjur. De senare är i sin tur födoorganismr för andra tåligare arter. Syrebristen balanseras till viss del av ett syreinflöde från atmosfären och syreproduktion från växter i vattnet.

Syresättningen från luften sker snabbare i rinnande vatten än i sjöar. Syreinflödet från atmosfären är beroende av vindexponering, vattentemperatur och syreunderskottet hos vattnet (Tabell 8).

Tabell 8. Syreinflöde från atmosfären till en vattenyta när vattnet håller 20°C och 80% syremättnad (Miljövårdsforskning SOU 1967:43).

	g O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> och dygn
Liten sjö	0.3
Stor sjö	1.0
Rinnande vatten	1.8
Forsande vatten	5.0

Det syre som bildas vid växters (plankton, påväxtalger, makrofyter) fotosyntes bidrar till att motverka syrebrist i vattnet. En större del av detta syre åtgår emellertid vid vegetationssäsongens slut till växternas nedbrytning. Under den tid då de syretärande processerna från en kassodling är störst (sommar och höst) kan dock växternas produktion av syre vara av betydelse.

Om syrebrist uppstår i kassarna kan detta leda till att stora mängder av fisk dör. Även syrebrist som uppträder i sedimentet kan ha betydelse för själva odlingen. Vid syrebrist i sedimentet bildas nämligen svavelväte, som om det når odlingen kan döda fisken. Problemet kan knappast undvikas genom att flytta odlingen till ett område med djupt vatten. Erfarenheter från Norge visar att inte ens vid 20 m djup elimineras dessa risker.

Ur recipientsynpunkt är en lokalisering av kassodlingar till djupvatten överhuvudtaget ej tillrådligt. De syretärande organiska sedimenten kommer då att ansamlas under språngskiktet, vilket innebär en kraftig påverkan på bottenvattnets syrenehåll.

Den ökade tillgången på näring i sedimentet resulterar i att bottenfaunans biomassa ökar samtidigt som artsammansättningen förändras (Öhrn 1980). En total syrebrist leder till att döda zoner bildas. När syre åter är tillgängligt sker emellertid en återkolonisation. Hittills gjorda iakttagelser tyder på att effekterna på bottenfaunan i närheten av en odling är av lokal natur. I rinnande vatten avtar effekterna på bottenfaunan efter en relativt kort sträcka nedströms odlingen, under förutsättning att denna är lämpligt dimensionerad i förhållande till vattenföringen (Ekström och Öhrn 1980). Hur snabbt och i vilken utsträckning förhållandena återgår till de normala efter avslutad odling är dock dåligt kända.

Ökningen av botter naturliga fiskpopu bottendjur, eller ut fiskar, vilka kan ut

Om fodret huvuds skräpfisk, skulle fö ten, på grund av a

## Musselodli

De effekter som be musselodling beläg

Varken i bottenvat gon reduktion av s

I havsbottensedime djup. Under odling mentet under höst detta skikt.

Periodvis var delar terier. Antalet arte under drygt ett år talet 25 m därifrån totalt till följd av r vis av gödningen o individantalet kraf trend förelåg ej.

Musslor och andra knappt ett odlings har positiva effekt trationer av torsk,

Av det kväve och f en del sedimentera nisk form och stin

Musselodlingar bö de konkurrensen n falla till botten.

## Främman

Från en odling kan källor är fodret, til



massan och leda till att  
kar och kräftdjur. De  
vredbristen balanseras  
luktion från växter i

än i sjöar. Syreinflö-  
ntemperatur och sy-

håller 20°C och 80%

fyter) fotosyntes bi-  
syre åtgår emeller-  
Under den tid då de  
och höst) kan dock

ängder av fisk dör.  
för själva odlingen.  
m det når odlingen  
flytta odlingen till  
t inte ens vid 20 m

ljupvatten överhu-  
kommer då att an-  
på bottenvattnets

bottenfaunans bio-  
rn 1980). En total  
gligt sker emeller-  
effekterna på bot-  
vatten avtar effek-  
s odlingen, under  
lande till vatten-  
sträckning förhål-  
låligt kända.

Ökningen av bottendjur och plankton samt foderspill och exkrement påverkar den naturliga fiskpopulationen utanför odlingen. Fisk som huvudsakligen lever på bottendjur, eller utnyttjar nedfallet från odlingar, gynnas liksom planktonätande fiskar, vilka kan utnyttja den förhöjda planktonproduktionen.

Om fodret huvudsakligen hämtades från odlingens recipient, t ex i form av skräpfisk, skulle förändringen av recipientens trofinivå utebli eller bli mycket liten, på grund av att ekosystemet inte tillförs någon näring utifrån.

## Musselodling

De effekter som beskrives här grundar sig på erfarenheter gjorda vid en 100-tons musselodling belägen i närheten av Strömstad.

Varken i bottenvattnet eller i vattenmassan kring denna odling observerades någon reduktion av syrgashalterna.

I havsbottensediment råder normalt syrefria förhållanden på några centimeters djup. Under odlingarna nådde emellertid detta syrefria skikt ända upp till ytsedimentet under hösten. Under våren förbättrades emellertid syreförhållandena i detta skikt.

Periodvis var delar av botten under odlingen täckt av en vit matta av svavelbakterier. Antalet arter av den makroskopiska ( $\geq 0.5$  mm) bottenfaunan reducerades under drygt ett år så att endast 20% av arterna fanns kvar. Minskningen i artantalet 25 m därifrån var 50%. Artsammansättningen under odlingen förändrades totalt till följd av nedfallet. Några få arter av små borstmaskar gynnades periodvis av gödningen och förekom vid dessa tillfällen i stort antal. I övrigt minskade individantalet kraftigt. Biomassan varierade med säsongen men någon entydig trend förelåg ej.

Musslor och andra djur faller ned från odlingen i betydande omfattning. Efter knappt ett odlingsår fanns 2 800 levande musslor/m<sup>2</sup> på botten. Detta nedfall har positiva effekter på främst fisk, som samlas vid odlingen. Periodvisa koncentrationer av torsk, ål och plattfisk noterades.

Av det kväve och fosfor som musslorna tar in via födan binds en del i musselkött, en del sedimenterar med exkretionsprodukterna och en del återcirkuleras i organisk form och stimulerar till förnyad primärproduktion.

Musselodlingar bör skördas inom 2 år. Om odlingarna får sitta ute längre ökar både konkurrensen med andra arter och risken för att stora mängder musslor skall falla till botten.

## Främmande ämnen

Från en odling kan ämnen som är främmande för omgivningen spridas. Tänkbara källor är fodret, tillsatser i fodret (t ex antibiotika) samt sjukdomsbehandlingar av

olika slag (t ex med formalin). Det är främst vid odling i kassar som risken att påverka omgivningen är störst, då dosering och behandling vanligen sker direkt i kassarna.

De ämnen som här avses kan tänkas ge effekter av en annan typ än de eutrofieringsproblem som belysts i tidigare kapitel. Om och hur dessa ämnen kan påverka t ex vattentäkter är idag oklart.

Det torrfoder som vanligen användes skall vara fritt från skadliga tillsatser, varför någon effekt i miljön inte förväntas enbart av detta. Vid användandet av våtfoder skall inte foderfisk från "svartlistade" eller på annat sätt olämpliga lokaler användas.

Då fodret vanligen har ett högt fettinnehåll, är det inte uteslutet att det kan kontamineras med fettlösliga miljögifter (DDT, PCB etc). Valet av foderråvaror är i detta avseende av största betydelse. Utgör exempelvis fisk från Östersjön en stor andel i det slutliga fodret bör uppmärksamheten skärpas vad gäller eventuell förekomst av främst PCB.

Om fodret innehåller svårnedbrytbara fettlösliga miljögifter kan en anrikning ägas rum i de odlade organismerna (Rosenthal et al 1981). Detta gäller speciellt om odlingen är inriktad på organismer med högt fettinnehåll (ål, lax). För avelsfisk kan upplagring av framför allt klorerade miljögifter ge upphov till reproduktionssvårigheter. Även om inga effekter kan observeras i odlingen kan under ogynnsamma omständigheter den slutliga produkten riskera att betraktas som otjänlig föda p g a för höga gifthalter.

Då eventuella restprodukter från utfodringen som lämnar odlingen kan ge upphov till en anrikning i de akvatiska näringskedjorna, är detta ytterligare skäl för att hålla fodret fritt från alla icke önskvärda ämnen.

Vid bekämpning av sjukdomar och parasiter användes formalin, kopparsulfat och malakitgrönt. Vid rengöring och desinficering av bassänger o dyl utnyttjas dessutom ibland natriumhypoklorit.

Av dessa kemikalier användes formalin mest i Sverige (5—10 ton/år). Det är huvudsakligen avelsfisk i bassänger och yngel i småtråg som behandlas med formalin, varvid fisken "badas" i en utspädd lösning av medlet. I kassodlingar utföres behandlingen direkt i kassen, som avskärmas från omgivande vatten med plastfolie.

Förbrukningen av kopparsulfat är tämligen liten i Sverige. Det är framför allt för att bekämpa vissa infektioner på yngel, varvid koncentrationer på 0.1—0.3 mg/l används. Malakitgrönt används f n i mycket liten utsträckning. Någon ökad förbrukning är ej heller att förvänta, då man misstänker att detta preparat kan ge upphov till mutagena effekter.

Kemikalierna är mer eller mindre giftiga för både växter och djur. Kopparsulfat är akut toxisk för fisk (0.1—1.0 mg/l) men även för fytoplankton i relativt låga koncentrationer (0.5—2.0 mg/l) (Laveskog et al 1976). Det användes förr i tiden

för bekämpning av c  
bör därför spädas u

Även formalin är v  
Det bryts emellertid  
tidsrymd. Under fö  
sätt, är det således c  
effekten på ekosyst  
av de använda kem

Förutom ovan näm  
lidon samt olika sul  
användes ca 100 kg  
jades endast i ring  
tillsats till fodret.

De mängder antibi  
sumerat foder. När  
tikan nämligen ut  
nedbrytningshastig  
fekt avklingar rela  
rar sin aktivitet ef  
och sammansättnin

Några allvarliga k  
rat som f n använd  
utesluta eventuella  
parat bör dock odli  
råvattenintag.

I delrapporten "Pi  
behandlas dessa oc

ar som risken att på-  
anligen sker direkt i

1 typ än de eutrofie-  
ämnen kan påverka

adliga tillsatser, var-  
användandet av våt-  
itt olämpliga lokaler

ttet att det kan kon-  
av foderråvaror är i  
ån Östersjön en stor  
gäller eventuell före-

an en anrikning äga  
gäller speciellt om  
(, lax). För avelsfisk  
v till reproduktions-  
n kan under ogynn-  
traktas som otjänlig

ngen kan ge upphov  
erligare skäl för att

in, kopparsulfat och  
dyl utnyttjas dess-

) ton/år). Det är hu-  
mandlas med forma-  
massodlingar utföres  
e vatten med plast-

t är framför allt för  
er på 0.1—0.3 mg/l  
ng. Någon ökad för-  
tta preparat kan ge

djur. Kopparsulfat  
kton i relativt låga  
vändes förr i tiden

för bekämpning av oönskad algutveckling i sjöar och dammar. Behandlingsbaden bör därför spädas ut kraftigt innan de når recipienten.

Även formalin är vid låga halter giftigt för framför allt växt- och djurplankton. Det bryts emellertid ned relativt snabbt och är aktivt endast under en begränsad tidsrymd. Under förutsättning att dosering och behandling utföres på ett riktigt sätt, är det således endast mycket utspädda lösningar som når recipienten, varför effekten på ekosystemet bedöms bli av ringa omfattning. Några långtidseffekter av de använda kemikalierna förväntas inte.

Förutom ovan nämnda medel utnyttjas även antibiotika (oxytetracycline, furazolidon samt olika sulfapreparat) i syfte att bekämpa vissa sjukdomar. Under 1980 användes ca 100 kg oxytetracycline i svenska odlingar. Övriga antibiotika utnyttjades endast i ringa omfattning. Dosering av antibiotiska preparat sker genom tillsats till fodret.

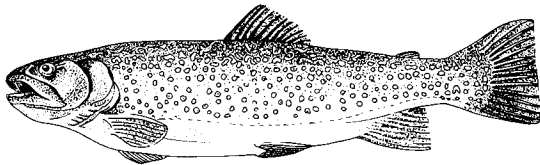
De mängder antibiotika som eventuellt når omgivande miljö härrör från icke konsumerat foder. När detta bryts ned några timmar efter utfodringen, löses antibiotikan nämligen ut i vattenmassan. Vid normal sommartemperatur i vattnet är nedbrytningshastigheten för de flesta antibiotika emellertid så hög, att deras effekt avklingar relativt snabbt. Oxytetracycline oxideras i vattenlösning och förlorar sin aktivitet efter några timmar eller dagar beroende på vattnets temperatur och sammansättning (Litorin pers. medd.).

Några allvarliga konsekvenser för miljön förväntas inte av de antibiotiska preparat som f n användes i svenska odlingar, vare sig på kort eller lång sikt. För att utesluta eventuella hälsorisker förknippade med användning av antibiotiska preparat bör dock odlingar som förlägges i vattentäcker inte placeras i anslutning till råvattenintag.

I delrapporten "Pigg som en mört — Vattenbrukets hälso- och sjukdomsfrågor" behandlas dessa och andra liknande frågor mera detaljerat.

# Hur påverkas miljön när produktionen i naturliga vatten förändras?

## Gödsling



Att tillföra närsalter för att höja fiskproduktionen i naturliga vatten har hittills lyckats bäst i arktiska och subarktiska vatten.

I stora oligotrofa sjöar i Kanada

har mängden utvandrande lax ökat 5–7 ggr efter gödsling (Manzer 1976, Labrasseur et al 1978, Stockner & Shorterred 1978, Northcote 1972 m fl).

I Skottland (Pyefinch 1960) och i Jämtland (Fagerström 1966) har avkastningen av öring ökat avsevärt efter gödsling och även större produktion av röding har konstaterats (Filipsson et al 1968, Schindler & Fee 1974). I Langvatn i Norge gynades i första hand rödingen av tillförda närsalter (Langeland et al 1977) och en viss tillväxtökning av öring kunde också konstateras. Efter några år ökade emellertid antalet spigg explosionsartat och produktionsökningen länkades över på denna art. Tillväxten av röding och öring gick tillbaka i samband med spiggens ökning. En liknande utveckling skedde i Great Central Lake på Vancouver Island i Kanada, där spiggen effektivt kunde konkurrera ut laxsmolten (Manzer 1976 b). Detta visar att en undersökning av sammansättningen av fiskarterna och de enskilda fiskarternas ekologi är viktig innan en gödsling genomförs för att öka fiskavkastningen.



Figur 11. Regleringsmagasin blir näringsfattiga på grund av de stora vattenståndsväxlingarna. Försök med gödsling görs nu för att öka produktionen i dessa vattendrag (Foto: Magnus Fürst).

För att mildra de n... har försök med parti... (1981). De stora vatt... nen vanligen blir när... arktiska former av b... med en balanserad t... duktionsökning till... röding, öring och ha...

Gödsling av sjöar in... bör därför utföras e... grepp kan mildras e...

## Kalkning

I vårt land har kalk... fiskproduktionen i d... fördes även kalkning... humösa myrsjöar (F... Waters & Ball 1957...

Under de senaste dec... de vatten lett till att... hålla den ursprungl... startade 1977 i Sve... handlats och komme...

Vid försurningen up... siktlig sammanställ... (1980).

Kalkning av försura... nets kemiska samm... följande effekter obs...

- pH i vattnet öka
- Salt- och joninne
- Växtnäringsämne
- Skadliga metalle... fisken mindre sk...

De biologiska föränd... än de kemiska. En... Vid en utvärdering... i stort leder till en... ningen (Fiskeristyre...

# n när rliga

...närsalter för att  
...produktionen i natur-  
...tittills lyckats bäst i  
...subarktiska vatten.  
...trofa sjöar i Kanada  
...Manzer 1976, Labras-  
...m fl).

6) har avkastningen  
...ktion av röding har  
...ngvatn i Norge gyn-  
...d et al 1977) och en  
...ågra år ökade emel-  
...n länkades över på  
...band med spiggens  
...i Vancouver Island i  
...en (Manzer 1976 b).  
...karterna och de en-  
...örs för att öka fisk-

...ora vattenståndsväx-  
...sa vattendrag

För att mildra de negativa effekterna på fiskproduktionen i regleringsmagasin har försök med partiell gödsling gjorts i Anjan i Jämtland (Milbrink & Holmgren 1981). De stora vattenståndsväxlingarna medför nämligen att regleringsmagasinen vanligen blir näringsfattiga. Resultatet av detta blir bl a en ökning av antalet arktiska former av bottendjur och en låg primärproduktion. Detta kan motverkas med en balanserad tillförsel av fosfor- och kvävesalter. Förutom en allmän produktionsökning till samma nivå som i oreglerade vatten, har en ökad tillväxt av röding, öring och harr konstaterats.

Gödsling av sjöar innebär alltid en förändring av de naturliga förhållandena. Den bör därför utföras endast i svårt skadade vatten eller där effekterna av andra ingrepp kan mildras eller motverkas av gödslingen.

## Kalkning

I vårt land har kalk använts ända sedan början av 1900-talet för att förbättra fiskproduktionen i dammar (Nordqvist 1922, Neess 1946). Under 1950-talet utfördes även kalkningar för att skapa fritidsfiskevatten i sura sjöar, framför allt i humösa myrsjöar (Hasler et al 1951, Johnson & Hasler 1954, Waters 1956, Waters & Ball 1957, Stross 1958 och Berzins 1960).

Under de senaste decennierna har den pågående försurningen av sjöar och rinnande vatten lett till att omfattande kalkningsåtgärder blivit nödvändiga för att bibehålla den ursprungliga fiskfaunan. En relativt omfattande försöksverksamhet startade 1977 i Sverige. Förslag till utvidgade kalkningsåtgärder har remissbehandlats och kommer att ligga till grund för en proposition till riksdagen 1982.

Vid försurningen uppstår kraftiga skador på det akvatiska ekosystemet. En översiktlig sammanställning av effekter på fisk vid olika pH har redovisats av Lind (1980).

Kalkning av försurade vatten är ett förhållandevis kraftigt ingrepp i miljön. Vattnets kemiska sammansättning förändras under en relativt kort tid och bl a har följande effekter observerats (Fiskeristyrelsen och Statens Naturvårdsverk 1981).

- pH i vattnet ökar och buffertkapaciteten förstärks.
- Salt- och joninnehåll stiger.
- Växtnäringsämnen blir mer tillgängliga för biologisk produktion.
- Skadliga metaller, t ex aluminium, fastlägges i sedimentet eller binds i för fisken mindre skadliga komplex.

De biologiska förändringarna i ekosystemet p g a kalkning sker ofta långsammare än de kemiska. En del grupper, t ex mikroorganismer kan dock reagera snabbt. Vid en utvärdering som gjorts av kalkningsföretag har det visat sig att åtgärderna i stort leder till en återgång till liknande förhållanden som rådde innan försurningen (Fiskeristyrelsen och Statens Naturvårdsverk 1981).

## Stödinplantering av befintliga arter

Det är väl dokumenterat att utsättning av små fiskyngel i vatten där fiskarten redan finns, inte ger någon påvisbar ökning av produktionen. Även vid mycket stora utsättningar av rom eller fiskyngel är nämligen denna mängd obetydlig jämfört med vad sjöns eget fiskbestånd producerar i avkomma. Det är alltså inte mängden rom eller yngel som begränsar fiskproduktionen utan olika slag av miljöfaktorer som vattentemperatur, näringstillgång, konkurrens, predation, biotopförhållanden etc.

I normala fall leder stödinplanteringar av befintliga arter inte till ett ökat uttag av fisk såvida inte stora yngel eller fullvuxen fisk utsättes. Stödinplanteringar av befintliga arter bör därför endast komma ifråga, när en naturlig reproduktion saknas eller rekryteringen av fisk är dålig.

Vid inplanteringar har i vissa fall använts fisk med andra genetiska egenskaper och kanske av helt annat ursprung än den naturliga arten. Genom hybridisering med de lokala bestånden kan ursprungliga värdefulla egenskaper på detta sätt förloras. I vatten med särskilt värdefulla och tidigare ej uppblandade bestånd av främst laxartad fisk tillåts därför i dag endast inplantering av yngel som härstammar från utsättningsvattnet.

## Inplantering av nya fiskarter

Ju flera arter av fisk som förekommer i en sjö desto mindre är bestånden av varje enskild fiskart (Carlander 1955). Det betyder att om en ny art etablerar sig i ett vatten blir visserligen den totala fiskbiomassan större, men mängden av de ursprungliga arterna minskar.

Inplantering av nya fiskarter har pågått sedan mycket länge och valet av art har varierat beroende på olika värderingar. Under slutet av 1800-talet och början av 1900-talet ville man ha en så hög produktion av fiskkött som möjligt för att förbättra folkförsörjningen. Man valde därför att införa effektiva och konkurrenskraftiga arter som t ex sik och abborre i sådana vatten, där de inte fanns förut. Siken konkurrerade ofta ut rödingen helt och även öringbestånden påverkades negativt. Totala fiskavkastningen ökade emellertid.

Under senare år har intresset för fritidsfiske blivit allt större, och man har strävat efter att öka mängden rovfiskar som gädda, öring, röding och harr, som är lämpliga för sportfiske. Denna fiskeform har alltså medverkat till att allt fler vatten domineras av sekundär- eller tertiärkonsumenter som kanadaröding, gädda, storöring, storröding etc. Detta medför produktionsförluster mellan trofinivåerna och vattnens kapacitet utnyttjas sämre.

I många regleringsmagasin har de ursprungliga fiskbestånden skadats svårt eller helt slagits ut. Man har därför försökt införa andra fiskarter som kan anpassa sig

till de reglerade sjöar rinnande vatten för dianlax. De har utsatt väntningarna medar god tillgång på lämp

Om en insatt ny fisk olämplig av någon a den. Varje inplanter ningen bör man var ter.

## Inplanterin vegetations

Sedan början av 70- ning i svenska sjöar



Figur 12. Gräskarpar (Foto: Per-Erik Larsson)

Gräskarpen kan inte för överetablering f

När gräskarpen har

er

ten där fiskarten re-  
Även vid mycket sto-  
ängd obetydlig jäm-  
a. Det är alltså inte  
n olika slag av miljö-  
s, predation, biotop-

te till ett ökat uttag  
ödinplanteringar av  
naturlig reproduktion

enetiska egenskaper  
Genom hybridisering  
per på detta sätt för-  
blandade bestånd av  
yngel som härstam-

r bestånden av varje  
rt etablerar sig i ett  
mängden av de ur-

och valet av art har  
)-talet och början av  
i möjligt för att för-  
iva och konkurrens-  
inte fanns förut. Si-  
iden påverkades ne-

och man har strävat  
harr, som är lämpli-  
t allt fler vatten do-  
röding, gädda, stor-  
an trofinivåerna och

n skadats svårt eller  
som kan anpassa sig

till de reglerade sjöarnas egenartade miljö. Dessa arter måste vara oberoende av rinnande vatten för sin reproduktion. Sådana fiskarter är kanadaröding och indianlax. De har utsatts i svenska regleringsmagasin. Indianlax har inte infriat förväntningarna medan kanadaröding har funnit sig väl tillrätta i vissa vatten med god tillgång på lämplig bytesfisk.

Om en insatt ny fiskart har etablerat sig i ett vattensystem men senare visat sig olämplig av någon anledning, är det ofta mycket svårt och kostsamt att utrota den. Varje inplantering måste därför betraktas som oåterkallelig. Av den anledningen bör man vara återhållsam med inplanteringar av nya och främmande arter.

## Inplantering av gräskarp för vegetationsbekämpning

Sedan början av 70-talet har möjligheten att använda gräskarp för växtbekämpning i svenska sjöar och vattendrag undersökts (Martin 1978 a, b, 1980 a, b).



Figur 12. Gräskarpar används för växtbekämpning i igenvuxna sjöar (Foto: Per-Erik Larsson).

Gräskarpen kan inte reproducera sig på naturlig väg i svenska vatten. Någon risk för överetablering föreligger således ej.

När gräskarpen har nått lämplig storlek för utsättning är den huvudsakligen ve-

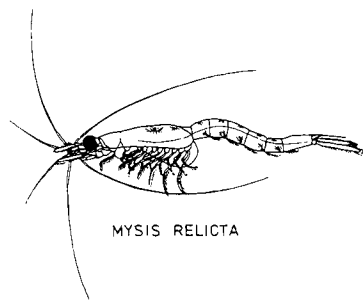
getarian. Den är ej speciellt nogräknad i sitt födoval, men äter hellre mjuka växter än läderartade. Ju mindre gräskarpen är, desto mera föredrar den fintrådiga arter.

Med lämpligt antal och storlek på utsatta fiskar har önskad effekt erhållits efter ca tre år. Undervattensvegetation reduceras och vassens tillväxt hejdas.

Gräskarpens betning av växter leder till en förändring i vattnets planktonsammansättning. Denna har dock visat sig vara mindre drastisk än väntat. Förändringen har inneburit att näringstillgången för bottenfauna och småfisk har ökat. Tusenbrödrabestånd av abborre har t ex på kort tid försvunnit och lett till en anorlunda storleksfördelning.

## Inplantering av födoorganismer

Att överföra olika slag av näringsdjur till nya vatten för att förbättra fisket är en relativt ny metod i Sverige. Vanligen överföres så kallade glacialrelikter, vilka på grund av spridningssvårigheter stannat kvar i vatten nedanför högsta marina gränsen. Hos oss är det kräftdjuren *Mysis relicta*, *Pallasea quadrispinosa* och *Gammaro-canthus lacustris* samt fisken nors, som inplanterats i nya vatten (Fürst 1981). I Sovjetunionen har man gjort liknande experiment med inte mindre än 42 olika slag av evertebrater (Fürst 1964).



Figur 13. Pungräkan *Mysis relicta* inplanteras som födoorganism för att öka fiskproduktionen av bl a röding (Teckning: Lovén).

*Mysis* och *Pallasea* inplanterades 1964 i den reglerade Blåsjön i Jämtland och nådde maximala bestånd 1970–1972. Sedan 1970 har dessa två organismer ut-

gjort ca hälften av under större delen av nästa dock inplantering hos röding, medar minskade och att positiv effekt av ötalet parasiter i fi

Genom inplanteri tem. Detta medfö av rödingen utan tus och bakterier, förs emellertid ny

Introduktionen av svårt skadat regle nya näringsdjur i sken för skador ä

## Förändrin

Rotenon är ett fis bekämpa "ogräsfi sprungliga fiskart da effekterna me har attraktiva spo naturliga bestånd material. I huvud mört som har rot

Antimycin är ett i Sverige (Schnic

Massförekomst a ten utveckling av bort eller minska ryssjor etc. Effek dessutom ett sele slutresultaten va

## Inplanter

I vatten som av c tial. Inplantering



r hellre mjuka växter  
är den fintrådiga ar-

effekt erhållits efter  
växt hejdas.

ttnets planktonsam-  
k än väntat. Föränd-  
ch småfisk har ökat.  
nit och lett till en an-

Förbättra fisket är en  
likter, vilka på grund  
gsta marina gränsen.  
inosa och *Gammaro-*  
atten (Fürst 1981). I  
mindre än 42 olika

för att öka fiskproduk-

sjön i Jämtland och  
två organismer ut-

gjort ca hälften av öringens föda. Hos rödingen var *Mysis* det enda näringsdjuret under större delen av året. Tillväxt och kvalitet hos fisken ökade men cladocercerna försvann nästan helt, då de utgjorde *Mysis* huvudföda. I Norge (Selbusjön) har dock inplantering av *Mysis* resulterat i sämre tillväxt och ökad parasitförekomst hos röding, medan beståndet av lake ökade. Skälet till detta var att cladocercerna minskade och att rödingen inte utnyttjade *Mysis* som föda (Langeland 1981). En positiv effekt av de ändrade matvanorna hos fisken i Blåsjön var däremot att antalet parasiter i fisken påtagligt minskade.

Genom inplantering av *Mysis* införs ett nytt led i näringskedjan i sjöns ekosystem. Detta medför en energiförlust genom att zooplankton inte utnyttjas direkt av rödingen utan istället omvandlas via *Mysis*. Genom att *Mysis* även äter detritus och bakterier, vilkas andel i den ursprungliga näringskedjan är obetydlig, tillförs emellertid ny energi till rödingens näringsnisch.

Introduktionen av *Mysis* och *Pallasea* kan vara positivt för fiskproduktionen i ett svårt skadat regleringsmagasin där ekosystemet är kraftigt förändrat. Att införa nya näringsdjur i normala, opåverkade vatten är däremot mycket tveksamt. Risken för skador är större än förhoppningen om ett förbättrat fiske.

## Förändring av fiskfaunan

Rotenon är ett fiskgift, som använts i Sverige sedan 1955 i ca 3000 sjöar för att bekämpa "ogräsfisk". I ca 20% av de behandlade vattnen har emellertid de ursprungliga fiskarterna återkommit (Tobiasson 1979). I de flesta fall har de avsedda effekterna med rotenonbehandlingarna uppnåtts och efter utsättning av fisk har attraktiva sportfiskevatten erhållits. Nackdelarna med behandlingarna är att naturliga bestånd av fisk utrotas och med dem kanske även värdefullt genetiskt material. I huvudsak är det sjöar med ursprungliga bestånd av gädda, abborre och mört som har rotenonbehandlats.

Antimycin är ett ännu inte godkänt fiskgift som prövats i små försurade källsjöar i Sverige (Schnick 1976). Dess effekt på andra organismer är dåligt känd.

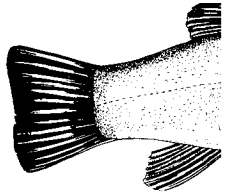
Massförekomst av mindre värdefull fisk hindrar i många sjöar och rinnande vatten utveckling av för människan attraktiva fiskeslag. Att utan kemiska medel ta bort eller minska mängden kan ske med olika redskap av typ bottengarn, trål, ryssjor etc. Effekten av sådana åtgärder är dock vanligen av kort varaktighet. Då dessutom ett selektivt fiske innebär att jämvikten i ekosystemet förändras, kan slutresultaten vara svåra att förutse.

## Inplantering av fisk i fisktomma vatten

I vatten som av olika anledningar är fisktomma finns ofta en stor näringspotential. Inplantering av fisk i sådana sjöar eller vattendrag ger därför i början en

mycket snabb tillväxt. Efter någon tid är dock den från tidigare år ackumulerade mängden näringsdjur utnyttjad, vilket resulterar i att tillväxten hos fisken minskar. Den förbättrade produktionen i sådana vatten är alltså av kort varaktighet. De fisktomma sjöarna kan vara mycket värdefulla för andra arter i den svenska floran och faunan. Som exempel kan nämnas kräftdjuren *Branchionecta* och *Lepidurus* samt unga alfåglar. Dessa avvikande och speciella sjöar bör därför skyddas mot fiskinplantering.

# Utsläp beredr



Vid jämförelse mellan slakt, visar sig utsläppen (Tabell 9).

Tabell 9. Jämförelse 1980).

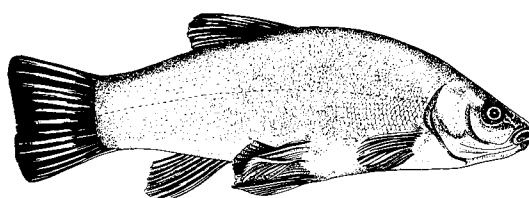
Slag av avfall	
avloppsvatten m	
susp ämnen g/m <sup>3</sup>	"
BOD <sub>7</sub>	"
COD	"
tot-P	"
tot-N	"
fett	"
susp ämnen kg/ton	
BOD <sub>7</sub>	"
COD	"
tot-P	"
tot-N	"
fett	"

<sup>1)</sup> Varav 40–45% för rengöring

Beroende på att allt utsläpp vid slakt sannolikt förslutas i maskintypen, omfattar även rengöring av maskintypen åtgång av vatten. Maskintypen åtgår än vid maskintypen, vilken maskintyp som används.

are är ackumulerade  
kten hos fisken min-  
av kort varaktighet.  
arter i den svenska  
*hionecta* och *Lepi-*  
r bör därför skyddas

## Utsläpp och effekter från beredningsanläggningar



Den odlade fisken hanteras och förädlas på olika sätt vid skilda anläggningar. Förädlingen kan omfatta rensning, filetering, frysning, rökning, förpackning m m.

Vid jämförelse mellan beredningsanläggningar med maskinell respektive manuell slakt, visar sig utsläppsmängderna vara betydligt lägre vid manuell hantering (Tabell 9).

Tabell 9. Jämförelse mellan maskinell och manuell slakt av regnbåge (Scandiaconsult AB 1980).

Slag av avfall	Maskinell slakt	Manuell slakt
avloppsvatten m <sup>3</sup> /ton fisk	6.8 <sup>1)</sup>	1.6
susp ämnen g/m <sup>3</sup>	840	795
BOD <sub>7</sub> "	830	1035
COD "	1650	3150
tot-P "	5.6	11.6
tot-N "	56.5	54.5
fett "	805	630
susp ämnen kg/ton fisk	5.6	1.2
BOD <sub>7</sub> "	5.6	1.6
COD "	10.0	5.0
tot-P "	0.034	0.016
tot-N "	0.38	0.096
fett "	5.5	1.1

<sup>1)</sup> Varav 40–45% för rengöring

Beroende på att allt spill inte har kunnat mätas är avfallsmängderna från manuell slakt sannolikt för låga. Utsläppsmängderna vid den maskinella hanteringen innefattar även rengöring av slaktmaskin och golv m m varför större mängder vatten åtgår än vid maskinell slakt. Vattenförbrukningen varierar dock beroende på vilken maskintyp som används.

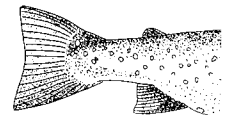
Vid rensning och filetering uppkommer både fasta och flytande restprodukter. De fasta produkterna utgöres av fiskrens, vilka för regnbåge uppgår till cirka 150 kg/ton fisk. Filéas fisken tillkommer 150 kg rester/ton fisk. Genom avblodning, som sker före rensning, avgår 10—20 kg blod/ton fisk.

Det avloppsvatten som uppkommer vid beredningsanläggningen bör om möjligt anslutas till kommunalt reningsverk. Om anslutning inte är möjlig och verksamheten är av relativt stor omfattning bör flotationsanläggning, med eller utan kemikalietillsats, installeras. Det förutsätts dessutom att huvuddelen av det avfall som uppstår, omhändertas på samma sätt som övrigt slakteriavfall. Detta innebär att effekterna i miljön blir av mindre omfattning och ej nämnvärt skiljer sig från de effekter som beskrivits i kapitlet "Miljöeffekter av odlingsverksamhet".

För att minska avloppsvattenmängderna, samt så långt som möjligt begränsa föroreningsmängderna redan vid källan, kan interna åtgärder vidtas. Exempel på sådana är:

- Användning av vattensnåla maskiner.
- Automatisk avstängning av vattentillförsel till maskiner vid avbrott i produktionen.
- Användning av självstängande munstycken på slangar för spolning och rengöring.
- Högtrycksspolning vid rengöring av lokaler och utrustning.
- Avblodning på sådant sätt att blod inte tillförs avloppsvattnet.
- Uppsamling av rens i omedelbar anslutning till den maskin där det uppkommer.
- Torr rengöring (avskrapning, sopning) innan spolning med vatten sker.

# Vatten till an



användas alltmer från en annan aspekt, som från en annan grund, medan vissa avfall av olika slags avfall användas.

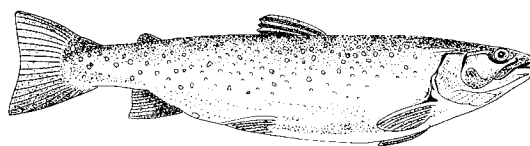
I vårt land betraktas vatten som ett utsläpp utan outsärliga och eftersträffas. Till skillnad från tidigare fortfarande många vattenbruk. Vissa av dem har blivit en del av vattenbrukets utveckling på slag av påverkan användas.

Förutsättningarna för vattenbruk bestäms av odlingsförhållanden och varande påverkan.

Effekterna av förändringarna från igenväxta sjöar och vattenbruk avlopp och industri har förändrat många vattenbruk än som recipienter för vattenbruk. vattendragen blivt påverkade som opåverkade hållsamt gentemot konkurrera om vatten. Detta innebär att på regionala områden där sådana vattenbruk är även förhållanden kalk- eller stenbruk. Dessa vattenbruk medför fördel för landskapet.

Även om vattenbruket är nytt, innebär det en

## Vattenbruk i förhållande till andra nyttjarintressen



Hav och sjöar har under lång tid utnyttjats av människan för att hämta föda ur och för att färdas på. Vid industrialiseringens genombrott började våra vatten

användas alltmer för att späda ut och transportera föroreningar och avfall. Födoaspekten, som från början var av störst betydelse, har med tiden kommit i bakgrunden, medan vattnets förmåga att tjäna som recipient (d v s som mottagare av olika slags avfall) utnyttjats allt intensivare.

I vårt land betraktades för inte så länge sedan sjöar och rinnande vatten som nästan uteslutande och opåverkbara resurser. Detta medförde att värden och tillsynen eftersattes. Till skillnad från många andra länder i Europa har Sverige emellertid fortfarande många vatten som nästan inte alls är påverkade av mänsklig aktivitet. Vissa av dem kan vara lämpade för någon form av odlingsverksamhet. Beroende på slag av påverkan kan förmodligen dessutom flera redan utnyttjade vatten användas.

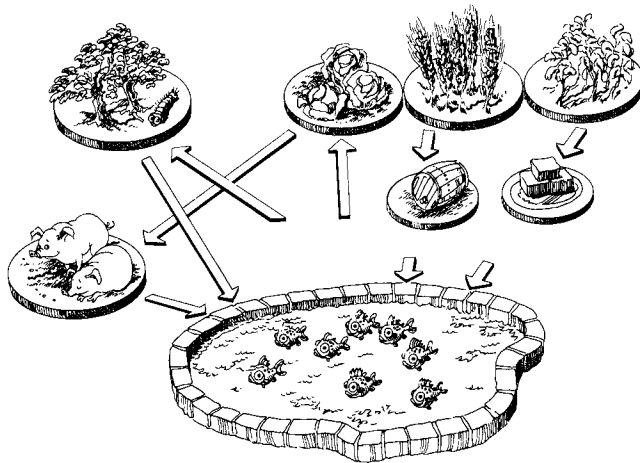
Förutsättningarna för verksamheten är dock olika inom landet. De faktorer som bestämmer odlingarnas omfattning är recipientens naturliga karaktär, slag av nuvarande påverkan samt typ av odlingsverksamhet.

Effekterna av förorenade utsläpp i vattendragen är välkända och inrymmer allt från igenväxta sjöar till "svartlistning" av fisk som föda. Utsläpp från kommunala avlopp och industrier samt diffus påverkan från jord- och skogsbruk har således förändrat många vattendrag så att de svårigen kan användas för andra ändamål än som recipienter. När väl problemen och kostnaderna att reparera skadorna på vattendragen blivit klarlagda, har en mer restriktiv syn på utnyttjandet av såväl påverkade som opåverkade vatten vuxit fram. Man är därför allmänt mycket återhållsam gentemot nya aktiviteter som kan ge upphov till oönskade effekter eller konkurrera om "självrensningens utrymme" i recipienter. Det bör dock finnas möjlighet att på regional nivå peka på vatten lämpade för vattenbruk, och identifiera områden där sådan verksamhet ej skall förekomma. Intressanta ur odlarsynpunkt är även förhållandevis små vatten, exempelvis ej utnyttjade märkegravar, lertag, kalk- eller stenbrott. Förutom den avkastning verksamheten ger kan odling i dessa vatten medföra att de bevaras och vårdas, vilket i många fall kan vara en fördel för landskapsbildningen.

Även om vattenbruket anknyter till ett naturligt utnyttjande av vattentillgångarna, innebär det en påverkan på miljön, t ex genom ett ökat tillskott av närsalter

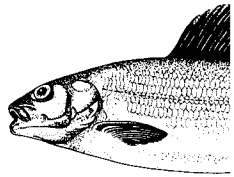
och organisk substans. Om denna påverkan är omfattande, ger den upphov till negativa effekter inte enbart på miljön utan även på odlingen. Verksamheten är därför i viss mån "självreglerande" och förutsätter att en god vattenkvalitet upprätthålls. Vidare tillkommer, eftersom verksamheten är ny, att den i många fall tvingas anpassa sig till det utrymme som återstår efter det att andra intressen etablerat sig. Det är uppenbart att konflikter därvid kan uppstå. Men genom att på ett tidigt stadium dokumentera arten och graden av påverkan samt värdera effekterna i miljön bör man dock kunna få ett underlag för en nyanserad bedömning och avvägning. Verksamheten regleras för övrigt genom lagstiftning, t ex fiskeristadgan och miljöskyddslagen. Dessa frågor behandlas utförligt i juridiska arbetsgruppens rapport "Får jag lov? — Vattenbrukets juridik".

Inom vattenbruket skall finnas en tydligt uttalad strävan att framställa en produkt fri från tillsatser och föroreningar. Detta medför att visst utsläpp kan ses som en resurs om det uppsamlas eller på annat sätt tillvaratas. Det bör således återigen kunna utnyttjas för produktion, då det har ett högt organiskt innehåll och dessutom är näringsrikt. I Kina har sedan lång tid tillbaka produktion av fisk sammankopplats med annan verksamhet. I Sverige borde det vara möjligt att i bästa samförstånd bedriva odlingsverksamhet med andra aktiviteter för att på ett optimalt sätt utnyttja vår långa kust och våra hundratusen insjöar.



Figur 14. I Kina sammankopplas produktionen av fisk ofta med annan verksamhet. Allt avfall tas tillvara. Restprodukter från jordbruket gödslar fiskdammarna. Sediment från fiskdammarna används i sin tur för gödning av åkerjordarna.

# Lokalis teknik



För att tillgodose de  
det därför nödvänd  
varvid olika anspråk  
skall ses som en del

Vattenresurserna h  
åskådliggöra vilka f

## Utnyttjade vatten

- Kommunalt avlopp
- Vattentäkt
- Industri
- Jord—skogsbruk
- Energiutvinning
- Ledigt för odling

## Utnyttjade vatten

Vattenbruk kan sa  
Verksamheten mäst  
dan andra nyttjare e  
tet. Det är därför nö  
nyttjare samt att en  
ta sätt kan förmodl  
hindras.

De omedelbara och l  
syretärande materia  
ring. Storleken på d  
storlek och hydrolo  
delse vid den långsi  
sin tur relaterat till  
vidtagits. Inom viss  
användas i prognos

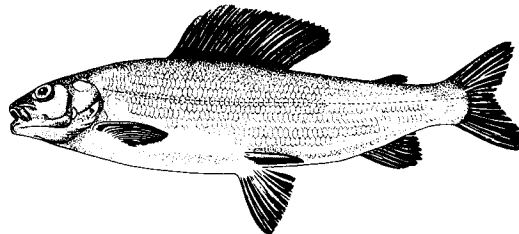
r den upphov till ne-  
 verksamheten är där-  
 renkvalitet upprätt-  
 en i många fall tvin-  
 dra intressen etable-  
 len genom att på ett  
 mt värdera effekter-  
 erad bedömning och  
 ing, t ex fiskeristad-  
 uridiska arbetsgrup-

t framställa en pro-  
 isst utsläpp kan ses  
 tas. Det bör således  
 t organiskt innehåll  
 a produktion av fisk  
 et vara möjligt att i  
 viteter för att på ett  
 insjöar.



n verksamhet. Allt av-  
 a. Sediment från fisk-

# Lokalisering och teknikutveckling



Konkurrensen om våra vatten-  
 resurser kommer i framtiden  
 att öka. Detta medför att vatt-  
 net kommer att användas på ett  
 mer mångsidigt sätt än idag.

För att tillgodose de olika användarnas krav samt för att minska miljöpåverkan är det därför nödvändigt med en omsorgsfull planering både regionalt och lokalt, varvid olika anspråk på vattenområdena identifieras och värderas. Vattenbruket skall ses som en del av dessa anspråk.

Vattenresurserna har här schematiskt indelats i fyra olika kategorier för att åskådliggöra vilka faktorer som kan styra lokaliseringen av speciellt kassodlingar.

## Utnyttjade vatten

Kommunalt avlopp Vattentäkt Industri Jord—skogsbruk Energiutvinning Ledigt för odling
--

## Outnyttjade vatten

Skyddsvärt	Ledigt men olämpligt för odling	Ledigt för odling el.dyl.
------------	---------------------------------	---------------------------

## Utnyttjade vatten

Vattenbruk kan samordnas med andra sätt att använda våra vattenresurser. Verksamheten måste emellertid ofta anpassa sig till det utrymme som återstår sedan andra nyttjare etablerat sig, men den ställer även själv krav på vattnets kvalitet. Det är därför nödvändigt att den inte bedöms isolerat utan i relation till dessa nyttjare samt att en värdering sker av den totala effekten på ekosystemet. På detta sätt kan förmodligen icke önskvärd påverkan på miljön och på odlingen förhindras.

De omedelbara och lokalt iakttagna miljöeffekterna härrör vanligen från utsläppt syretärande material, vars påverkan i hög grad är beroende på odlingens lokalisering. Storleken på det närsaltbidrag, i förhållande till recipientens näringsstatus, storlek och hydrologi, är emellertid den övergripande faktor som har störst betydelse vid den långsiktiga bedömningen av miljökonsekvenserna. Detta bidrag är i sin tur relaterat till odlingens produktionsvolym samt vilka reningsåtgärder som vidtagits. Inom vissa ramar kan denna påverkan uttryckas i generella termer och användas i prognossyfte. I vilken utsträckning och till vilken grad påverkan från

vattenbruk och andra nyttjare kan tillåtas i de enskilda fallen, kan emellertid endast i vissa fall bli föremål för översiktliga bedömningar. Lokala hänsyn i kombination med vattenområdenas totala utnyttjande blir faktorer av avgörande betydelse vid den slutliga värderingen.

I jämförelse med andra aktiviteter som utnyttjar våra sjöar och vattendrag som recipienter är från kvalitativ synpunkt bidragen från odlingsverksamheten idag av liten omfattning. Till skillnad från industriella eller kommunala avloppsutsläpp tillkommer i regel ej någon spridning av exempelvis miljögifter eller humanpatogena organismer till omgivningen, varför vattenbruket ur denna aspekt inte hindrar andra sätt att utnyttja vattenresurserna.

#### *Outnyttjade vatten*

Bland skyddsvärda vatten återfinns sådana som har en särskilt intressant flora, fauna, vattenkemi eller på annat sätt är av värde för den vetenskapliga naturvården. Det kan också vara sjöar eller vattendrag som i stor utsträckning utnyttjas för rekreation eller av det rörliga friluftslivet. I skyddsvärda vatten skall givetvis ingrepp ej tillåtas om avsikten med skyddet störs.

Vissa vatten är olämpliga för vattenbruk p g a dålig vattenkvalitet. En lokalisering måste därför föregås av en värdering av vattnet även ur odlingssynpunkt. Det är således lika viktigt att utreda faktorer som påverkar odlingsresultat som att fastställa odlingsens miljöeffekter.

Vatten lämpliga för odling skall medge produktion av fisk, skaldjur etc av god kvalitet samt dessutom motstå påverkan från odlingsaktiviteten. Bland dessa vatten återfinns bl a havsvikar med god vattenomsättning, oligotrofa sjöar och regleringsmagasin. I vilken utsträckning försurade eller försurningshotade vatten kan användas i odlingsverksamheten är f n oklart.

I Sverige finns många mindre sjöar, naturliga eller anlagda dammar etc som förmodligen i sin helhet kan utnyttjas i odlingssyfte. Exempel på sådana vatten är gamla lertag, kalktag, stembrott, mangelgravar, dödisgropar, skogstjärnar eller småsjöar. Flera av dessa vatten användes idag exempelvis för viltvårdsändamål, andra för odling av kräftor. I framtiden blir det förmodligen möjligt att för vattenbruksändamål även utnyttja de sjöar som kommer att skapas efter det att de nu i stor skala planerade torvtäkterna har avslutats. Genom olika styråtgärder, vilka kan bestå i borttagning av naturligt förekommande konkurrenter till den odlade organismen, biotopförändringar, gödning etc, bör det vara möjligt att skapa gynnsamma betingelser för verksamheten. Förfarandet förutsätter dock en ingående kännedom om vilka organismer som är lämpliga att odla under dessa omständigheter, hur utfodring samt återfångst skall utföras m m. Då kunskapen om detta är dålig och konsekvenserna för miljön okända, bör förutsättningar och strategier för sådan odlingsverksamhet studeras närmare.

Det bör understrykas att verksamheten i framtiden inte med nödvändighet kommer att vara inriktad enbart på matfiskproduktion utan kan komma att tjäna andra syften.

Kassodling i sjöar sk  
der sommar och vint  
retärande material s  
far, vilket kan ge u  
Odlingar skall å and  
vattenomsättning, ö  
sediment som ansar

#### *Teknikutveckling*

De effekter av vatte  
lång sikt är förknipp  
foder som tillförs o  
med minsta möjliga  
bete bedrivs vad gä  
utom fodersammans  
rande effekt, bör od  
vas med positiva ef

Det avfall som uppk  
samt är rikt på olika  
i någon form. Detta  
skar, samtidigt som  
fallet samt former a  
kassodlingar i sjöar  
vara en åtgärd, exe  
verksamhet.

Genom att vissa odli  
i vilken odlingen är  
av odlingen kan pro  
emot inga förändrin  
sileringsteknik för  
detta sätt att direkt  
vara ett medel att r

De odlingsformer so  
bedrivits sedan flera  
rande odlingsforme  
former och tekniker  
tigt att denna meto  
till produktionsresu  
utom det enda sätt p  
ras.



, kan emellertid en-  
ala hänsyn i kombi-  
av avgörande bety-

och vattendrag som  
sverksamheten idag  
munala avloppsut-  
gifter eller human-  
r denna aspekt inte

ilt intressant flora,  
nskapliga naturvår-  
träckning utnyttjas  
vatten skall givetvis

valitet. En lokalise-  
r odlingssynpunkt.  
odlingsresultat som

skaldjur etc av god  
en. Bland dessa vat-  
rofa sjöar och regle-  
shotade vatten kan

ammar etc som för-  
på sådana vatten är  
, skogstjärnar eller  
r viltvårdsändamål,  
möjligt att för vat-  
pas efter det att de  
olika styråtgärder,  
onkurrenter till den  
vara möjligt att ska-  
rutsätter dock en in-  
tt odla under dessa  
m m. Då kunskapen  
förutsättningar och

nödvändighet kom-  
n komma att tjäna

Kassodling i sjöar skall bedrivas så att avfallet ej når sjöns djupaste områden. Under sommar och vinter är nämligen syretillgången i dessa områden begränsad. Syretärande material som når bottenvattnet kan medföra att total syrebrist inträffar, vilket kan ge upphov till drastiska konsekvenser både för sjö och odling. Odlingar skall å andra sidan ej heller placeras i alltför grunda områden med låg vattenomsättning, då risk för syrgasbrist och svavelvätebildning föreligger i det sediment som ansamlas lokalt under odlingen.

#### *Teknikutveckling*

De effekter av vattenbruket som f n anses vara av störst betydelse för miljön på lång sikt är förknippade med avfallets fosforinnehåll. Då all fosfor härrör från det foder som tillförs odlingen, är det viktigt att utfodringen utföres effektivt och med minsta möjliga spill. Det är vidare angeläget att ett intensivt utvecklingsarbete bedrivs vad gäller fodrets sammansättning och innehåll av fosfor. Kan dessutom fodersammansättningen balanseras så att den även får en för vattnet buffrande effekt, bör odling i försurade eller försurningshotade områden kunna bedrivas med positiva effekter för miljön.

Det avfall som uppkommer vid odlingsverksamheten har högt organiskt innehåll samt är rikt på olika närsalter. Det bör således ses som en resurs och återanvändas i någon form. Detta medför att belastningen på miljön från verksamheten minskar, samtidigt som ytterligare produktion möjliggörs. Metoder att tillvarata avfallet samt former att åter utnyttja det bör därför utvecklas, speciellt vad gäller kassodlingar i sjöar och kustområden. Kombination av olika odlingsformer kan vara en åtgärd, exempelvis integrering av kassodlingar för fisk med algodlingsverksamhet.

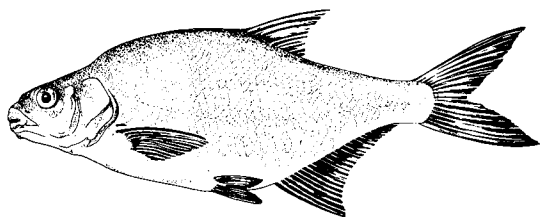
Genom att vissa odlingar i huvudsak utnyttjar s k skräpfisk från det vattensystem i vilken odlingen är belägen, kan effekterna i miljön minskas avsevärt. I närheten av odlingen kan problem fortfarande uppstå; för ekosystemet som helhet sker däremot inga förändringar, eftersom tillskott av energi och närsalter uteblir. Då ensileringsteknik för att framställa foder av fisk och fiskavfall nu utvecklats, kan detta sätt att direkt knyta odlingsverksamheten till recipientens egen produktion vara ett medel att minska miljöpåverkan i vissa vatten.

De odlingsformer som idag förekommer är resultat av det utvecklingsarbete som bedrivits sedan flera år tillbaka i tiden. Detta arbete kommer att fortsätta. Nuvarande odlingsformer skall därför ses som en övergångsform till andra framtida former och tekniker att producera organismer i akvatisk miljö. Det är därför viktigt att denna metodutveckling redan på ett tidigt stadium anpassas inte enbart till produktionsresultaten utan även till miljökraven. Det är förmodligen dessutom det enda sätt på vilket en fortsatt expansion av verksamheten kan genomföras.

# Forskningsbehov

Projektets benämning

Bakgrund och syfte



Miljökonsekvenserna utgör en begränsning för utnyttjandet av sjöar och vattendrag för olika former av vattenbruk. Konsekvenserna bör därför på ett tidigt stadium i utvecklingsarbetet identifieras, analyseras samt värderas, så att olämpliga former av verksamheten kan urskiljas och eventuellt åtgärdas.

De föreslagna forskningsinsatserna syftar i första hand till en kvantifiering av miljökonsekvenserna med utgångspunkt från redan existerande odlingar. Resultaten kan sedan användas för att föreslå och undersöka olika åtgärder för att nedbringa miljöpåverkan samt peka på miljöanpassade vattenbruksformer. Det är angeläget att forskningsinsatserna sammanhålls samt samordnas med den teknikutveckling som pågår inom området. En för hela området övergripande styrgrupp för forskningen föreslås därför.

Nedan följer ett antal frågeställningar som har betydelse för en värdering av vattenbrukets miljökonsekvenser. De flesta berör förhållanden vid kassodlingar.

Synpunkter på genomförandet

Projektets löptid  
3 år

Projektets benämning **Effekter av kassodling i limnisk och marin miljö.**

Bakgrund och syfte En sammanvägning och värdering av alla effekter som kan uppkomma vid odling av organismer i akvatiska miljöer saknas.

Syftet med projektet är

- att fastställa hur länge effekter i miljön kvarliggert efter det att odling upphört
- att utreda om några av effekterna är av bestående art
- att klarlägga hur fauna och flora påverkas av tillfört foder och ev. tillsatser i detta
- att med utgångspunkt från egna och andras resultat och erfarenheter ge en helhetsbild av och värdera den totala miljöpåverkan av olika odlingsverksamheter.

Projektets benämning

Bakgrund och syfte

Projektets löptid  
3 år

Medelsbehov  
3 manår, doktorskompetens  
150.000:-

Prioritet  
1

Projektets benämning	<b>Användning av försurade sjöar för odlingsverksamhet.</b>	
Bakgrund och syfte	<p>Biologiska metoder som alternativ till kalkning för att restaurera försurade sjöar är fåtaliga. En odlingsverksamhet kan i detta avseende kanske bli ett komplement till andra åtgärder; risken för konflikter med andra nyttjarintressen bör dessutom vara liten.</p> <p>Syftet med projektet är</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— att fastställa i vilken riktning och omfattning försurningsförloppen i sjöar och vattendrag påverkas genom odlingsverksamhet</li> <li>— att utreda vilken typ av odling som bäst förlägges till försurade vattendrag</li> <li>— att klarlägga om likartade miljöeffekter kan påräknas vid odling i försurade respektive icke försurade vatten.</li> </ul>	
Synpunkter på genomförandet	<p>Studier över biologiska processers möjligheter att motverka försurningen har nyligen startats vid Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning, IVL-Aneboda (O. Westling). Innan ovanstående projekt initieras skall synpunkter, erfarenheter och resultat inhämtas från detta pågående projekt.</p>	
Projektets löptid	Medelsbehov 3 månår, doktorskompentens 1,5 månår, lab.ass. 200.000:—	Prioritet 1
Projektets benämning	<b>Inverkan av musselodlingar på kustens ekosystem.</b>	
Bakgrund och syfte	<p>En koncentrerad odling av stora musselodlingar till vissa platser längs kusten kan förväntas. Den samlade miljöeffekten av sådana anläggningar i grunda kustområden är ej kända.</p> <p>Syftet med projektet är</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— att studera vad stora musselodlingar betyder för kustområdets zooplanktonbestånd</li> <li>— att utreda vilken effekt som odlingarna har på grunda uppväxtområden för fisk</li> <li>— att värdera hur stora odlingar ett kustområde "tål" innan väsentliga miljöeffekter uppstår i närområdet</li> <li>— att klarlägga återhämtningsförloppet efter avslutad odling</li> <li>— att undersöka om några miljöeffekter är av bestående art.</li> </ul>	
Prioritet	1	

Synpunkter på genomförandet	Inom projektet "Kravspecifikation för ekologisk optimering av musselodlingar" (R. Rosenberg, Havsfiskelaboratoriet, Lysekil) har ett flertal institutioner medverkat. Projektet avslutas 1982 och utvärdering kommer att avgöra om ytterligare insatser behövs.		Synpunkter på genomförandet
Projektets löptid 3 år	Medelsbehov 3 manår, doktorskompentens 3 manår, lab.ass. 250.000:—	Prioritet 1	Projektets löptid 1 år
Projektets benämning	<b>Metoder att uppsamla, tillvarata samt utnyttja löst och sedimenterat material från odlingar i sjöar och kustområden.</b>		Projektets benämning
Bakgrund och syfte	Om odling bedrivs utan användande av mediciner eller andra främmande tillsatser kan såväl löst som sedimenterat material ses som en resurs och därmed återanvändas på lämpligt sätt. Syftet med projektet är — att utveckla metoder för att tillvarata och/eller återanvända i vattnet lösta närsalter och organiskt material — att utveckla metoder för att uppsamla sedimenterande material från kassodlingar — att utreda till vilka ändamål sedimentet kan utnyttjas.		Bakgrund och syfte    Projektets löptid 3—5 år
Synpunkter på genomförandet	Kombinering av olika odlingsformer kan medföra ett bättre resursutnyttjande. Ex vis bör studeras om fiskodling kan bedrivas parallellt med algodling.		
Projektets löptid 2 år	Medelsbehov 2 manår, doktorskompentens 150.000:—	Prioritet 1	Projektets benämning   Bakgrund och syfte
Projektets benämning	<b>Val av parametrar som skall ingå i ett kontrollprogram för miljökonsekvensbedömning av olika former av vattenbruk.</b>		
Bakgrund och syfte	För att i tid bedöma effekterna i miljön av vissa odlingsföretag vore det värdefullt att ha tillgång till resultat från enkla kontrollprogram. Dessa bör även vara upplagda så att de varnar om odlingen kan skadas.		

för ekologisk opti-  
enberg, Havsfiskela-  
institutioner medver-  
tvärdering kommer  
behövs.

Prioritet  
1

Synpunkter på  
genomförandet

Syftet med projektet är

— att utvälja parametrar lämpliga för ett kontroll- och  
övervakningsprogram passande till olika former av  
odlingsverksamhet.

Projektets löptid  
1 år

Ett protokoll skall upprättas med förklaringar när ev.  
"träskelvärden" närmas och vilka effekter som då kan  
förutses.

Medelsbehov  
1 manår, doktorskompetens  
30.000:—

Prioritet  
1

samt utnyttja löst  
dlingar i sjöar och

le av mediciner eller  
äl löst som sedimen-  
därmed återanvän-

arata och/eller åter-  
r och organiskt ma-

opsamla sedimente-  
r  
imentet kan utnytt-

er kan medföra ett  
r studeras om fisk-  
algodling.

Prioritet  
1

Projektets benämning

**Fiskodlingars inverkan på naturliga fiskbestånd.**

Bakgrund och syfte

Fiskodlingar medför utsläpp, vilka på flera sätt påver-  
kar levnadsbetingelserna för den naturliga fiskpopula-  
tionen. Påverkan kan ske genom t ex utsläpp av närsal-  
ter och/eller genom signaler (doft, ljud) från den produ-  
cerade fisken i odlingen. Vidare kan sekundäreffekter  
uppstå genom att det ekologiska systemet förändras.

Syftet med projektet är

— att utreda hur olika naturliga fiskpopulationer på-  
verkas vid etablering av fiskodlingar

Projektets löptid  
3—5 år

Medelsbehov  
5 manår, doktorskompetens  
300.000:—

Prioritet  
1

er kan medföra ett  
r studeras om fisk-  
algodling.

gå i ett kontroll-  
dömning av olika

i miljön av vissa  
tt ha tillgång till re-  
Dessa bör även vara  
gen kan skadas.

Projektets benämning

**Kemisk sammansättning och egenskaper av sedi-  
menterat material från odlingar i sjöar och kust-  
områden.**

Bakgrund och syfte

Utsläpp av fosfor från fiskodlingar har visat sig vara av  
avgörande betydelse vid bedömning av effekter i mil-  
jön. Storleken på den del som fastlägges kortare eller  
längre tid i sedimentet kommer att påverka effektbil-  
den. Då vidare från odlingen avgiven fosfor förmodli-  
gen förekommer i olika former, är det angeläget att  
dessa fastställas.

Syftet med projektet är

— att fastställa hur stor del av genom fodret tillförd  
fosfor som bindes i sedimenterat material

- att klarlägga i vilka former fosfor förekommer
- att utreda i vilken utsträckning den från odlingen avgivna fosfor är biologiskt tillgänglig.

Projektets löptid 3 år	Medelsbehov 3 manår, doktorskompentens 1,5 manår, lab.ass. 150.000:—	Prioritet 1
---------------------------	---	----------------

Projektets benämning	<b>Effekter av sedimentbildning och faktorer som påverkar sedimenttillväxt under odlingar i sjöar och kustområden.</b>	Projektets löptid 2 år
----------------------	--	---------------------------

Bakgrund och syfte	<p>Vid odling av fisk eller andra organismer har konstaterats ett icke obetydligt nedfall av restprodukter och foder till botten. Beroende på områdets hydrologi, kvarligger en större eller mindre del av dessa produkter på botten och bildar ett sedimenttäckte.</p> <p>Tjocklek och utbredning av detta täckte påverkar såväl bottenfaunan som det pelagiska livet.</p> <p>Syftet med projektet är</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— att konstatera inom hur stort område sedimentation sker</li> <li>— att utreda hur fodertypen påverkar sedimenttillväxten</li> <li>— att klarlägga effekten på bottenfaunan av det ny-sedimenterade materialet.</li> </ul>	<p>Projektets benämning</p> <p>Bakgrund och syfte</p> <p>Projektets löptid 1 år</p>
--------------------	---	---

Synpunkter på genomförandet	<p>Projekt med liknande inriktning har nyligen startats vid Limnologiska institutionen i Lund (M. Enell, limnisk del) samt vid Institutionen för ekologisk zoologi i Umeå (L-O. Eriksson, marin del). Innan ovanstående projekt initieras skall synpunkter, erfarenheter och resultat inhämtas från dessa pågående projekt.</p>
-----------------------------	---

Projektets löptid 3 år	Medelsbehov 3 manår, doktorskompentens 1,5 manår, lab.ass. 150.000:—	Prioritet 2
---------------------------	---	----------------

Projektets benämning	<b>Odling av organismer i "svartlistade" eller på annat sätt olämpligförklarade vatten.</b>
----------------------	---

Bakgrund och syfte	Det finns ett stort antal vattendrag som "svartlistats"
--------------------	---

orn förekommer  
den från odlingen  
gänglig.

Prioritet  
1

1 faktorer som på-  
llingar i sjöar och

ismer har konstate-  
stprodukter och fo-  
ets hydrologi, kvar-  
dessa produkter på  
ce.  
äcke påverkar såväl  
et.

råde sedimentation  
tar sedimenttillväx-

faunan av det nyse-

ar nyligen startats  
und (M. Enell, lim-  
: ekologisk zoologi i  
Innan ovanstående  
erfarenheter och re-  
le projekt.

Prioritet  
2

tlistade" eller på  
atten.

g som "svartlistats"

eller eljest befunnits olämpliga för att hämta föda ur  
p g a kontaminering med tungmetaller eller andra mil-  
jögifter. Beroende på miljögiftets egenskaper, kan upp-  
tag och anrikning hos akvatiska organismer antingen  
ske huvudsakligen via födan eller via vattnet.

Syftet med projektet är

- att utreda om organismer odlade i Östersjön aktivt  
tar upp PCB från vattnet
- att klarlägga om organismer odlade i "svartlistade",  
kvicksilverkontaminerade vatten anrikar metallen.

Projektets löptid  
2 år

Medelsbehov  
2 manår, doktorskompetens  
1 manår, lab.ass.  
150.000:—

Prioritet  
2

Projektets benämning  
Bakgrund och syfte

**Optimering av driftsbetingelser vid odlingar.**

För att uppnå högsta möjliga tillväxt och samtidigt  
orsaka minsta påverkan på miljön av odlingsverksam-  
het erfordras en kombination av olika åtgärder.

Syftet med projektet är

- att klarlägga åtgärder erforderliga för optimal drift.

Projektets löptid  
1 år

Medelsbehov  
1 manår, doktorskompetens  
30.000:—

Prioritet  
3

# Ordförklaringslista för vattenbruk

<b>Akvakultur</b>	Odling av vattenlevande organismer som fisk, musslor och ostron, kräftdjur och alger i intensiva eller extensiva odlingsformer, som avser att öka produktionen eller värdet av avkastningen över den som normalt förekommer i miljön.
<b>Alger</b>	En- eller flercelliga s k kryptogama växter, som huvudsakligen förekommer i vatten. De indelas i ett flertal större grupper, t ex rödalger, brunalger, grönalger, kiselalger. Större alger, synliga för blotta ögat och i regel fastsittande, benämns makroalger (tång). Små alger, ej synliga för blotta ögat och fritt svävande i vattnet, kallas mikroalger (plankton).
<b>Algodling</b>	Odling av mikroalger (plankton) eller makroalger (tång).
<b>Anadrom fisk</b>	Fisk som har sin huvudsakliga tillväxt i havet, men vandrar upp i sötvatten för reproduktion, t ex lax.
<b>Crustacéer</b>	Kräftdjur
<b>Ekologi</b>	Samspelet mellan växter, djur och deras miljö.
<b>Etologi</b>	Läran om djurens beteende.
<b>Extensiv odling</b>	I extensiva odlingar tillförs <i>ingen föda eller annan energi</i> av människan. Endast naturligt producerad föda utnyttjas. I subtropiska och tropiska länder förekommer extensiva odlingar av fisk och räkor över stora ytor och i glesa bestånd. Av en helt annan karaktär är de extensiva odlingar av musslor i täta bestånd som bedrivs i vårt land.
<b>Fiske</b>	Med fiske avses fångst av fisk och skaldjur med någon form av redskap eller andra anordningar. Yrkesfiske utövas av personer som till största delen är beroende av detta för sin utkomst. Sportfiske avser olika former av fritidsfiske för rekreation.
<b>Fiskevård</b>	Fiskevård innebär att man styr produktionen av fisk eller skaldjur för att vidmakthålla eller höja ett vattens avkastning. Genom att vidtaga en rad olika åtgärder som t ex utplantering av fisk, introduktion av näringsdjur, biotopvård (gödsling, kalkning, iordningställande av lekplatser m m) och reglering av fisket kan målsättningen uppfyllas.
<b>Fiskodling</b>	<i>Fiskodling i vidare bemärkelse</i> omfattar odling av fisk, musslor, ostron och kräftdjur. Enligt 1 § fiskeristadgan skall vad som i den stadgan sägs om fisk i tillämpliga delar gälla även om hummer, kräfta, havskräfta, räka, krabba, bläckfisk, ostron, pärlmussla, blåmussla och nejonöga. Odling av musslor (musselodling) utgör således en form av fiskodling.  <i>Fiskodling i inskränkt bemärkelse</i> omfattar självklart endast odling av olika arter fiskar.
<b>Försträckning</b>	Uppfödning av nykläckta yngel för utsättning.
<b>Förstärknings-utsättning</b>	Utplantering av yngel eller juvenila individer (smolt) i syfte att öka beståndstätheten i ett vattendrag.

<b>Intensiv odling</b>	I in nisi Odl sjöa
<b>Kassodling</b>	Upp elle
<b>Katadrom fisk</b>	Fisk rep
<b>Kläckningsanstalt</b>	Anst
<b>Kompensations-utsättning</b>	Uts nat
<b>Kräftdjursodling</b>	Odl
<b>Makroalger</b>	Alg veg
<b>Marikultur</b>	Odl
<b>Mikroalger</b>	Fri fas
<b>Mollusk</b>	Blö
<b>Monokultur</b>	Odl
<b>Mussellina</b>	Rep rioc
<b>Musselodling</b>	Odl
<b>Polykultur</b>	Odl
<b>Population</b>	Grü
<b>Predator</b>	Ett
<b>Put and take fisk</b>	Uts
<b>Recirkulerande system</b>	Odl
<b>Reproduktion</b>	För
<b>Sea ranching</b>	Exi för lek
<b>Settling</b>	Vis de
<b>Skaldjur</b>	Kri
<b>Skaldjursodling</b>	Odl
<b>Smolt</b>	Lar var
<b>Sättfisk</b>	Odl up



för

musslor och ostron, i några former, som avser över den som normalt

ivudsakligen förekommer, t ex rödalger, brunalger, blotta ögat och i regel ej synliga för blotta ögat (plankton).

(tång).

nen vandrar upp i sötvatten

energi av människan. Subtropiska och tropiska räkor över stora ytor i de extensiva odlingarna.

ånågon form av redskap räknas till största delen av fiskeriet avser olika for-

fisk eller skaldjur för. Genom att vidtaga en fisk, introduktion av fiskeriställande av lekningen uppfyllas.

av fisk, musslor, ostron som i den stadgan sägs om, kräfta, havskräfta, mussla och nejonöga. i form av fiskodling.

klart endast odling av

smolt) i syfte att öka

<b>Intensiv odling</b>	I intensiva odlingar tillförs föda eller annan energi av människan. Organismerna (fisk, kräftdjur, alger m m) är koncentrerade på en liten yta. Odlingen sker i dammar, tråg m m på land eller i nätkassar, burar m m i sjöar eller kustområden.
<b>Kassodling</b>	Uppfödning av fisk, t ex regnbåge, lax m fl i flytande nätkassar i sjöar eller kustområden.
<b>Katadrom fisk</b>	Fisk som tillbringar sin mesta tid i sötvatten, men vandrar ut i havet för reproduktion, t ex ål.
<b>Kläckningsanstalt</b>	Anläggning för kläckning av fiskrom.
<b>Kompensationsutsättning</b>	Utsättning av juvenila individer (smolt) för att kompensera skador på naturliga bestånd till följd av t ex vattenkraftsutbyggnad.
<b>Kräftdjursodling</b>	Odling av kräfta, hummer, krabba, räka m fl kräftdjur.
<b>Makroalger</b>	Alger, synliga för blotta ögat, ofta fastsittande. Bildar bl a den skänkta vegetationen längs våra kuster.
<b>Marikultur</b>	Odling i havsvatten.
<b>Mikroalger</b>	Fritt svävande växtplankton eller andra mikroskopiska växtplankton fastsittande på stenar, snäckor, andra alger m m.
<b>Mollusk</b>	Blötdjur, omfattande snäckor, musslor och bläckfiskar.
<b>Monokultur</b>	Odling av en art.
<b>Mussellina</b>	Rep på vilket mussellarver fäster sig och kvarstannar under uppväxtperioden.
<b>Musselodling</b>	Odling av musslor och ostron.
<b>Polykultur</b>	Odling av flera arter tillsammans.
<b>Population</b>	Grupp av individer av samma art.
<b>Predator</b>	Ett djurs fiende i miljön.
<b>Put and take fisk</b>	Utsättning av fisk i fångstbar storlek i sportfiskevattnet.
<b>Recirkulerande system</b>	Odling i vilken vattnet återanvänds.
<b>Reproduktion</b>	Förökning, fortplantning.
<b>Sea ranching</b>	Extensiv odling i havet. Utsättning av odlad smolt av anadroma fiskar för uppväxt i havet och därefter exploatering endera i havet eller under lekvandring i olika fisken.
<b>Settling</b>	Vissa larvers, t ex musslors övergång från fritt simmande till fastsittande stadium.
<b>Skaldjur</b>	Kräftdjur, musslor och snäckor.
<b>Skaldjursodling</b>	Odling av kräfta, hummer, musslor, ostron m fl.
<b>Smolt</b>	Lax- eller havsöringsunge som lämnar sin uppväxtplats i sötvatten och vandrar ut i havet.
<b>Sättfisk</b>	Odlad fisk som är färdig för utsättning i fritt vatten eller för fortsatt uppfödning i t ex kasse.

<b>Tång</b>	Vissa makroalger inom grupperna rödalger, brunalger och grönalger brukar kallas tång. Exempel är nervtång, blåstång och tarmtång.
<b>Vattenbruk</b>	Vattenbruk används i Sverige som ett synonymt begrepp för det internationella ordet akvakultur.

# Ordför miljöfr

<b>Aerob</b>	Aer meo
<b>Anaerob</b>	I ett löpa
<b>Assimilation</b>	Väx hjal
<b>Autolys</b>	Upp zyn
<b>Biocid</b>	Avs org:
<b>Biomassa</b>	Män yt- sätt
<b>Biotop</b>	Beg bar skil
<b>BOD</b>	"Bio BO mön O <sub>2</sub> /l
<b>Brackvatten, bräckt vatten</b>	Uts
<b>BS</b>	Bio
<b>COD</b>	"Ch CO ett som
<b>DDT</b>	Dik DD
<b>Ekologi</b>	San
<b>Ensilering</b>	Kor rap
<b>Eutrof</b>	Ett
<b>Fermentering</b>	Nec duk
<b>Foder</b>	Ino der mai del, tor

nalger och grönalger  
g och tarmtång.  
begrepp för det inter-

# Ordförklaringslista för miljöfrågor

<b>Aerob</b>	Aeroba förhållanden innebär att livsprocesserna fortgår i ett medium med syre.
<b>Anaerob</b>	I ett anaerobt medium kan endast livsprocesser, som ej kräver syre, fortlöpa.
<b>Assimilation</b>	Växters och lägre organismers uppbyggnad av organisk substans med hjälp av fotosyntes eller kemosyntes.
<b>Autolys</b>	Upplösning (sönderfall) av cellvävnader med hjälp av cellernas egna enzymer.
<b>Biocid</b>	Avser ett bekämpningsmedel som dödar för människan icke önskvärda organismer (jfr pesticid).
<b>Biomassa</b>	Mängd av djur och/eller växter vid en given tidpunkt uttryckt i vikt per yt- eller volymenhet, t ex g per m <sup>2</sup> . Observera att vikten anges på olika sätt: torrsvikt, askfri torrsvikt, våtsvikt etc.
<b>Biotop</b>	Begrepp som anger större enheter i en miljö t ex klippstrand, vassbälte, barrskog m m. Inom var och en av dessa har olika växt- och djurarter skilda nischer.
<b>BOD</b>	"Biological Oxygen Demand" — uttryck för biokemisk syreförbrukning. BOD <sub>7</sub> anger den mängd syre som organiska föreningar i ett vattenprov (i mörker) förbrukar under 7 dygn vid en temperatur av 20°C. Anges i mg O <sub>2</sub> /l.
<b>Brackvatten, bräckt vatten</b>	Utspätt marint saltvatten: ofta avses salthaltsintervallet 0,5—20 ‰.
<b>BS</b>	Biokemisk syreförbrukning, se BOD.
<b>COD</b>	"Chemical Oxygen Demand" — uttryck för kemisk syreförbrukning. COD utgör ett mått på mängden organisk substans, som kan oxideras av ett starkt kemiskt oxidationsmedel och uttrycks som den mängd syre som motsvarar förbrukningen av oxidationsmedlet.
<b>DDT</b>	Diklordifenyltrikloretan; en av våra vanligaste pesticider. Bryts ner till DDD och DDE.
<b>Ekologi</b>	Samspelet mellan djur, växter och deras miljö.
<b>Ensilering</b>	Konservering av foder i sur miljö (t ex genom tillsats av syror eller syraproducerande bakterier).
<b>Eutrof</b>	Ett eutroft vatten har hög halt av närsalter (rik näringstillgång).
<b>Fermentering</b>	Nedbrytning (jäsnings) av foder och matprodukter till en hållbar produkt.
<b>Foder</b>	Inom fiskodlingen använder man torrfoder (ett fabriksstillverkat fullfoder, oftast i pelletsform), våtfoder (fisk, fiskavfall etc som hackats eller malts och som vanligen också blandats med ett vitaminiserat bindemedel) och halvtorr foder eller semimoist-foder (ett mellanting mellan torr- och våtfoder).

## Ordförklaringar

<b>Foderkoefficient</b>	Anger foderförbrukningen per enhet viktökning $\left(\frac{\text{Foderintag, kg}}{\text{Tillväxt, kg}}\right)$ . Foderkoefficienten 1,5 innebär alltså att det åtgår 1,5 kg foder för att producera 1 kg fisk. Eftersom foderspill är svårt att bestämma i fiskodlingar beräknas i praktiken foderkoefficienten med utgångspunkt från foderförbrukningen.
<b>Foderutnyttjande</b>	Anger viktökningen per förbrukad viktenhet foder $\left(\frac{\text{Tillväxt, kg}}{\text{Foderintag, kg}}\right)$ .
<b>Fotosyntes</b>	Växternas produktion av organiska substanser genom assimilation av organiska föreningar som koldioxid och vatten samt solenergi.
<b>Försurning</b>	Vid förbränning av fossila bränslen bildas svaveloxider och kväveoxider. Dessa omvandlas i luften till syror, som påverkar mark och sjöar på olika sätt, bl a sjunker pH-värdet. Mark och vatten blir därigenom sura.
<b>Förädling</b>	Fisk, skaldjur och alger omvandlas till olika produkter genom filetering, frysning, rökning, torkning, konservering etc.
<b>Kemosyntes</b>	Assimilation av koldioxid (uppbyggnad av organisk substans) med utnyttjande av kemisk energi.
<b>KS</b>	Kemisk syreförbrukning, se COD.
<b>Klorerade kolväten</b>	I miljövårdssammanhang avses DDT, lindan, aldrin och dieldrin, som används som pesticider, eller industriella ämnen som PCB.
<b>Nisch</b>	Syftar på djurs och växters näringsintag (näringsnisch), plats inom biotop (rumsnisch) och förekomst under dagen eller året (tidsnisch).
<b>Närsalter</b>	Fosfor-, kväve- och kaliumföreningar är de närsalter, som är avgörande för vattnets produktion.
<b>Oligotrof</b>	Ett oligotroft vatten har låg halt av närsalter.
<b>Permanganattal</b>	Ett mått på halten organiskt material i vatten. Permanganattalet anger den mängd kaliumpermanganat (KMnO <sub>4</sub> ) som åtgår vid oxidering av det organiska materialet.
<b>Personekvivalent</b>	Fosforbelastningen på recipienten från varje människa är 2,5 g per dag (= 1 personekvivalent) om ingen reduktion sker i ett reningsverk. Vid kemisk fällning tas ca 90% bort.
<b>PCB</b>	Polyklorerade bifenyl. PCB består av två molekyler bifenyl, där olika antal väteatomer bytts ut mot klor. Av 209 möjliga bifenyl har 14 påvisats i naturen. PCB är mycket svårnedbrytbart.
<b>Pelagialen</b>	Fria vattenmassan och dess organismer till skillnad från botten och dess organismer — benthalen.
<b>Pesticid</b>	Bekämpningsmedel avsett för att döda parasiter och andra skadeorganismer på t ex odlade växter.
<b>pH</b>	pH-värde anger koncentrationen av vätejoner i mark och vatten, dvs surhetsgraden. pH < 7 anger sur miljö, pH > 7 basisk.
<b>Plankton</b>	Djur och växter som driver omkring i vattenmassan och påverkas av strömmar. Trots en viss egen rörelse kan de inte helt kontrollera sin förflyttning. Plankton omfattar organismer från mindre än 1/1000 mm, som bakterieplankton, till 1–2 m stora maneter.
<b>Recipient</b>	Vattendrag som mottar avfallsprodukter.

<b>Redoxpotential</b>	Ett ang Mä
<b>Sediment</b>	Org
<b>Svavelväte (H<sub>2</sub>S)</b>	Gif bak dul
<b>Svartlistning</b>	Sjö nas vär
<b>Syreförbrukande substans</b>	Org
<b>Totalfosfor</b>	Sur
<b>Totalkväve</b>	Sur
<b>Tungmetaller</b>	Me avs
<b>UOD</b>	"U nin oxi

## Ordförklaringar

$\frac{\text{Foderintag, kg}}{\text{Tillväxt, kg}}$   
 är 1,5 kg foder för att  
 att bestämma i fiskod-  
 ned utgångspunkt från

$r\left(\frac{\text{Tillväxt, kg}}{\text{Foderintag, kg}}\right)$

genom assimilation av  
 samt solenergi.

eloxider och kväveoxi-  
 rkar mark och sjöar på  
 n blir därigenom sura.

ikter genom filetering,

nisk substans) med ut-

drin och dieldrin, som  
 som PCB.

nsch), plats inom bio-  
 året (tidsnisch).

lter, som är avgörande

ermanganattalet anger  
 år vid oxidering av det

nniska är 2,5 g per dag  
 i ett reningsverk. Vid

xyler bifenyyl, där olika  
 ga bifenyler har 14 på-  
 t.

lnad från botten och

och andra skadeorga-

mark och vatten, d v s  
 ' basisk.

assan och påverkas av  
 helt kontrollera sin för-  
 mindre än 1/1000 mm,

<b>Redoxpotential</b>	Ett mått på reducerande och oxiderande förhållanden. Negativa värden anger reducerande och positiva värden anger oxiderande förhållanden. Mättes elektriskt.
<b>Sediment</b>	Organiskt och oorganiskt material som ansamlats på botten.
<b>Svavelväte (H<sub>2</sub>S)</b>	Giftig, illaluktande gas, som bildas under anaeroba förhållanden vid bakteriell nedbrytning av svavelhaltig, organisk substans eller vid reduktion av sulfat.
<b>Svartlistning</b>	Sjöar och havsområden får ej nyttjas för kommersiellt fiske, om fiskar- nas halter av tungmetaller eller andra ämnen överskrider vissa gräns- värden.
<b>Syreförbrukande substans</b>	Organisk substans som bryts ned i vatten tär på dess syreförråd.
<b>Totalfosfor</b>	Summan av olika fosforföreningar i en bestämd vattenvolym.
<b>Totalkväve</b>	Summan av olika kväveföreningar i en bestämd vattenvolym.
<b>Tungmetaller</b>	Metalliska grundämnen med hög atomvikt. I miljövårdssammanhang avses främst kvicksilver, kadmium och bly.
<b>UOD</b>	"Ultimate Oxygen Demand" — uttryck för den totala syreförbruk- ningen, d v s summan av biokemisk syreförbrukning, syretäring genom oxidation av organisk substans och genom organismernas andning.

# Artlista för vattenbruk

Listan omfattar odlade eller potentiellt viktiga arter av växter och djur i svenska odlingar eller sådana arter som av andra skäl är viktiga för svenskt vattenbruk.

Japansk räka

Jätteflodräka

Flodkräfta  
Signalkräfta  
Smalkloig kräfta eller  
sumpkräfta  
Stenkräfta  
Amerikansk dvärgkräfta

Langust  
Hummer

Amerikansk hummer  
Havskräfta  
Krabbtaska  
Kungskrabba

Japansk jättekabba

*Fiskar*

Atlantlax, lax  
Öring- (havs-, insjö-)  
Strupsnittsöring  
Regnbåge  
"Stillahavslaxar"  
Kungslax

Indianlax

Silverlax  
Hundlax  
Puckellax

Bäckröding  
Kanadaröding  
Röding  
Sik

Svenska	Latin	Engelska
<i>Alger</i>	<i>Algae</i>	<i>Algae</i>
Blågröna alger	Cyanophyceae Anabaena Spirulina	Bluegreen seaweed
Gröna alger	Chlorophyceae Chlorella Dunaliella Ulva lactuca	Green seaweed
Bruna alger	Phaeophyceae Laminaria japonica Laminaria hyperborea Undaria pinnatifida Macrocystis pyrifera	Brown seaweed
Röda alger	Rhodophyceae Porphyra Gelidium Gracilaria Chondrus crispus	Red seaweed
<i>Mollusker, blötdjur</i>	<i>Mollusca</i>	<i>Molluscs</i>
Europeiskt ostron	Ostrea edulis	Flat oyster
Japanskt ostron	Crassostrea gigas	Pacific oyster
Amerikanskt ostron	Crassostrea virginica	American oyster
Blåmussla	Mytilus edulis	Blue mussel
<i>Kräftdjur</i>	<i>Crustacea</i>	<i>Crustaceans</i>
Salträka	Artemia salina	Brine shrimp
Pungräka	Mysis relicta	Opossum shrimp
Taggmärla	Pallasea quadrispinosa	—
Sjösyrsa	Gammaracanthus lacustris	—
Hinnkräfta	Daphnia magna	—
Nordhavsräka	Pandalus borealis	Northern shrimp

## Räka

räkor och djur i svenska  
svenskt vattenbruk.

Räka

Japanisk räka

Jätteflodräka

Flodkräfta

Signalräka

Smalkloig kräfta eller  
sumpkräfta

Stenkräfta

Amerikansk dvärgkräfta

Langust

Hummer

Amerikansk hummer

Havskräfta

Krabbtaska

Kungskrabba

Japanisk jättekra

Fiskar

Atlantlax, lax

Öring- (havs-, insjö-)

Strupsnittsöring

Regnbåge

"Stillahavslaxar"

Kungslax

Indianlax

Silverlax

Hundlax

Puckellax

Bäckröding

Kandarröding

Röding

Sik

Japanisk räka

Jätteflodräka

Flodkräfta

Signalräka

Smalkloig kräfta eller

sumpkräfta

Stenkräfta

Amerikansk dvärgkräfta

Langust

Hummer

Amerikansk hummer

Havskräfta

Krabbtaska

Kungskrabba

Japanisk jättekra

Fiskar

Atlantlax, lax

Öring- (havs-, insjö-)

Strupsnittsöring

Regnbåge

"Stillahavslaxar"

Kungslax

Indianlax

Silverlax

Hundlax

Puckellax

Bäckröding

Kandarröding

Röding

Sik

Penaeus japonicus

Penaeus monodon

Penaeus stylirostris

Penaeus vannamei

Macrobrachium

rosenbergii

Astacus astacus

Pacifastacus leniusculus

Astacus leptodactylus

Austropatamobius pallipes —

Orconectes limosus —

Procambarus clarkii

Procambarus acutus

Cherax destructor

Cherax tenuimanus

Palinurus vulgaris

Homarus vulgaris

(syn. H. gammarus)

Homarus americanus

Nephrops norvegicus

Cancer pagurus

Paralithodes

camtschaticus

Macrocheira kämpferi —

Pisces

Salmo salar

Salmo trutta

Salmo clarki

Salmo gairdneri

Oncorhynchus spp.

Oncorhynchus

tshawytscha

Oncorhynchus nerka

Oncorhynchus nerka

kennerlyi

Oncorhynchus kisutch

Oncorhynchus keta

Oncorhynchus

gorbuscha

Salvelinus fontinalis

Salvelinus namaycush

Salvelinus alpinus

Coregonus spp.

Kuruma prawn

Giant tiger prawn

Blue shrimp

Whiteleg shrimp

Giant river prawn

European crayfish

Signal crayfish

—

—

—

Red swamp crawfish

White river crawfish

Jabby

Marron

Langouste

European lobster

American lobster

Norway lobster

Edible crab

King crab

Fish

Atlantic salmon

Brown trout

Cutthroat trout

Rainbow trout

Pacific salmon

Chinook el.

king salmon

Sockeye el. red salmon

Sockeye

Coho el. silver salmon

Chum el. dog salmon

Pink el.

humpback salmon

Brook el. speckled trout

Lake trout

Arctic char

Whitefish

Harr	<i>Thymallus thymallus</i>	Grayling
Rödspotta	<i>Pleuronectes platessa</i>	Plaice
Tunga	<i>Solea solea</i>	Dover sole
Piggvar	<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot
	(Syn. <i>Psetta maxima</i> )	
Hälleflundra	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Halibut
Europeisk ål	<i>Anguilla anguilla</i>	European eel
Braxen	<i>Abramis brama</i>	—
Gös	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Pikeperch, sander
Havsabborre	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Sea bass
Gädda	<i>Esox lucius</i>	Pike
Karpfiskar	Cypriniformes	Carps
Karp	<i>Cyprinus carpio</i>	Common carp
Gräskarp	<i>Ctenopharyngodon</i>	Grass carp
	<i>idellus</i>	
Sutare	<i>Tinca tinca</i>	Tench

# Refere

- Ackefors, H., ed. 1980: sättning. — FRN, rap
- Ackefors, H. och Rose Wide Industry with P pp 132—143.
- Anon. 1976: Making a National Academy of
- Anon. 1982: Får jag l
- Anon. 1982: Pigg som
- Bergström, E. 1979: F Proc. World Symp. o 1978. Vol 2 Berlin 19
- Berzins, B. 1960: Kall
- Carlander, K.D. 1958 (4):543—570.
- Dahlbäck, B. och Gun musselculture. Mar. F
- Dickson, W. 1980: F stencil 1980-07-29.
- Ekström, C. och Öhrr SNV Forskningsavdel
- Fagerström, Å. 1966: vattenslaboratoriet, L
- Filipsson, O., Gönczi, Information från Sötv
- Fiskeristyrelsen och 1977—1981. Redovis ser.
- Fürst, M. 1964: Förs från Sötvattenslabora
- Fürst, M. 1981: Resu Rep. Inst. Freshw. Re
- Haamer, J. 1977: Mu
- Hasler, A.D., Brynik brown-water bog lake
- Karlgren, L. 1981: F
- Johnson, W.E. och F Journ. of Wildlife M



# Referenser

- Ackefors, H, ed. 1980: Svensk Akvakultur. Näringsgren för framtida försörjning och sysselsättning. — FRN, rapport nr 28-N, 230 pp.
- Ackefors, H. och Rosén, C-G., 1979: Farming Aquatic Animals. The Emergence of a World-Wide Industry with Profound Ecological Consequences. *AMBIO* Vol. 8, No. 4, Stockholm, pp 132—143.
- Anon. 1976: Making aquatic weeds useful. Some perspectives for developing countries. — National Academy of Sciences, Washington D.C.
- Anon. 1982: Får jag lov? Vattenbrukets juridik. FRN, rapport nr 82:6, 73 pp.
- Anon. 1982: Pigg som en mört. Vattenbrukets hälso- och sjukdomsfrågor (in print).
- Bergström, E. 1979: Experiments on use of single cell-proteins in Atlantic Salmon diets. — Proc. World Symp. on finfish nutrition and fishfeed technology. Hamburg 20—23 juni 1978. Vol 2 Berlin 1979, sid 105—116.
- Berzins, B. 1960: Kalkning av sjöar. — Södra Sveriges Fiskeriförening. 1959—60, s 28—35.
- Carlander, K.D. 1955: The standing crop of fish in lakes. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 14 (4):543—570.
- Dahlbäck, B. och Gunnarsson, L.Å.H. 1981: Sedimentation and sulphate reduction under a musselculture. *Mar. Biol.* 63:269—75.
- Dickson, W. 1980: Förorenings effekter i vatten från fiskodlingar. SNV Forskningsavd, stencil 1980-07-29.
- Ekström, C. och Öhrn, T. 1980: Undersökning av bottenfaunan vid fiskodlingar i två år. SNV Forskningsavdelningen, stencil 1980-04-28.
- Fagerström, Å. 1966: Ett försök att gödsla tjärnar med thomasfosfat. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3). 26 s.
- Filipsson, O., Gönczi, A. och Svärdson, G. 1968: Ett försök att utfodra fisk i en reglerad sjö. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 8 s.
- Fiskeristyrelsen och Statens Naturvårdsverk, 1981: Kalkning av sjöar och vattendrag 1977—1981. Redovisning av försöksverksamheten samt behov av fortsatta kalkningsinsatser.
- Fürst, M. 1964: Försök med överföring av nya näringsdjur till reglerade sjöar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (7). 16 s.
- Fürst, M. 1981: Results of introductions of new fish food organisms into Swedish lakes. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 59.
- Haamer, J. 1977: Musselodlingar, havets hängande trädgårdar. Forum förlag 1977.
- Hasler, A.D., Brynildson, O.M. och Helm, W.T. 1951: Improving conditions for fish in brown-water bog lakes by alkalization. — *Journ. of Wildlife Mgt.* 15:347—52.
- Karlgren, L. 1981: Föroreningar från fiskodling. SNV PM 1395.
- Johnson, W.E. och Hasler, A.D. 1954: Rainbow trout production in dystrophic lakes. — *Journ. of Wildlife Mgt.* Vol 18 1:113—134.

- Langeland, A., Jensen, A.J., Reinertsen, H. och Aagaard, K. 1977: Experiment med gjödsling av en naturlig innsjö, Del III. Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, Univ. Trondheim. 83 s.
- Langeland, A. 1981: Fiskerisakkyndig uttalelse vedrørende skader på fisket og fiskebestand i selbusjøen som følge av reguleringene i vassdraget ovenfor og i innsjøen. Trondheim 1981.
- Larsson, B. 1980: Inventering över den svenska matfiskodlingens omfattning och struktur — resultat av enkätundersökning. Sveriges Lantbruksuniversitet. Stencil 1980-12-15.
- Laveskog, A., Lindskog A., och Spenberg, U. 1976: Om metaller — en litteratursammanställning. SNV publ. 1976:7.
- Lebrasseur, R.J., McAlister, C.D., Barraclough, W.E., Kennedy O.D., Manzer, J., Robinson, D. och Stephens, K. 1978: Enhancement of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) by lake fertilization in Great Central Lake: summary report. J. Fish. Res. Bd Can. 35(12):1580—1596.
- Lewis, W.N. och Wehr, L.W. 1976: A fishrearing system incorporating cages, water circulation and suit removal. The progressiv fishculturist, Vol 38. 78—81.
- Lind, Y. 1980: Försurningens inverkan på våra fiskarter. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Inst. för husdjursförädling och sjukdomsgenetik.
- Manzer, J.I. 1976a: Preliminary results of studies on the effects of fertilization of an oligotrophic lake on adult sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) production. Fish. Mar. Serv. Res.Dev. Tech. Rep. 678. 25 s.
- Manzer, J.I. 1976b: Distribution, food and feeding of the threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in Great Central Lake, Vancouver Island, with comments on competition for food with juvenile sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. Fish. Bull. 74:647—668.
- Markman, P.N. 1978: Begraensningen av Dambrugsforureningen. Vand 1:29—34.
- Martin, A-L. 1978a: Erfarenheter av gräskarp i svenska vatten. Inst. för vatten- och luftvårdsforskning IVL-publ. B 471.
- 1978b: Gräskarpsutplantering i Sverige 1974—1978 — en genomgång av samtliga lokaler. Inst. för vatten- och luftvårdsforskning. IVL-publ. B 472.
- 1980a: Ytterligare erfarenheter av gräskarpsanvändning i Sverige. Inst. för vatten- och luftvårdsforskning IVL-publ. B 530.
- 1980b: Summering av erfarenheter av gräskarp i svenska vatten. Inst. för vatten- och luftvårdsforskning IVL-publ. B 532.
- Mathiesen, A.C. 1975: Seaweed aquaculture — MFR Paper III. From Marine Fisheries Review., Vol. 37. No. 1.
- Milbrink, G. och Holmgren, S. 1981: Addition of artificial fertilizers as a means of reducing negative effects of "oligotrophication" in lakes after impoundment. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 59.
- Naturvårdsverket och Fiskeristyrelsen. 1982. Fiskodling, lagstiftning och tillämpning. SNV Medd 2/1981.
- Neess, J.C. 1946: Development and status of pond fertilization in central Europe. — Trans. Am. Fish. Soc. 76:335—58.
- Nilsen, S., Bergheim, A. och Skogheim, O. 1981: Miljöeffekter vid fiskodling. IVL Symp. 15 juni 1981.
- Nordqvist, O. 1922: Karp och sutare odling i dammar. — Sötvattensfiske och Fiskeodling. Bonniers. Stockholm.
- Northcote, T.G. 1972: The effects of fertilization on the growth of oligotrophic lake and stream fishes. — J. Fish. Res. Bd Can. 29:103—110.
- Pyefinch, K.A. 1960: The effects of fertilization on the growth of oligotrophic lake and stream fishes. — J. Fish. Res. Bd Can. 27:103—110.
- Rosenthal, H., Hanser, H. och Schick, R. 1981: The effects of fertilization on the growth of oligotrophic lake and stream fishes raised in recirculating systems. — Maricult. 1981/F:16. Maricultur.
- Scandiaconsult AB, 1980: Miljökonsekvenser av dammbyggnad i Södra Älven. 1980-10-03.
- Schindler, D.W. och Fahnenstiel, G.L. 1970: Eutrophication of a large shallow lake: St. Clair. — J. Fish. Res. Bd Can. 27:103—110.
- Schnick, R. 1976: Enligt den senaste informationen från Sötvattensforskningsinstitutet.
- Stockner, J.G. och Schindler, D.W. 1976: The effect of nutrient addition in Carriacou (abstract). Verh. int. Verh. Verh. int. Verh.
- Stross, R.G. 1958: Experimental studies on the effect of lime application on the growth of oligotrophic lake and stream fishes. — J. Fish. Res. Bd Can. 25:103—110.
- Tobiasson, G. 1979: A study of the effects of fertilization on the growth of oligotrophic lake and stream fishes. — Drottningholm nr 59.
- Vandkvalitetsinst., 1978: Miljökonsekvenser av dammbyggnad i Södra Älven. undersøgelsen 1973—1978.
- Vandkvalitetsinst. och Naturvårdsverket. 1978: Miljökonsekvenser av dammbyggnad i Södra Älven. telse på forureningen.
- Vollenweider, R. 1978: The effect of fertilization on the growth of oligotrophic lake and stream fishes. ding concept in limnology.
- Warrer-Hansen, I. 1978: Miljökonsekvenser av dammbyggnad i Södra Älven. 1978.
- Warrer-Hansen, I. och Vollenweider, R. 1978: Miljökonsekvenser av dammbyggnad i Södra Älven. ning. VKI.
- Warrer-Hansen, I. 1978: Miljökonsekvenser av dammbyggnad i Södra Älven. 1978.
- Waters, T.F. 1956: The effect of fertilization on the growth of oligotrophic lake and stream fishes. — Trans. Am. Fish. Soc. 85:103—110.
- Waters, T.F. och Ball, B.S. 1956: The effect of fertilization on the growth of oligotrophic lake and stream fishes. — Northern Michigan. —
- Öhrn, T. 1980: Undersökning av miljökonsekvenser av dammbyggnad i Södra Älven. SNV Forskningsavdelning.

- Experiment med göds-  
elskab, Museet, Univ.
- fisket og fiskebestand  
øen. Trondheim 1981.
- fattning och struktur  
encil 1980-12-15.
- en litteratursamman-
- Manzer, J., Robinson,  
ynchus nerka) by lake  
ish. Res. Bd Can.
- g cages, water circula-
- Lantbruksuniversitet,
- rtilization of an oligo-  
tion. Fish. Mar. Serv.
- stickleback, Gasteros-  
nts on competition for  
74:647—668.
- and 1:29—34.
- . för vatten- och luft-
- gång av samtliga loka-
- . Inst. för vatten- och
- . Inst. för vatten- och
- om Marine Fisheries
- s a means of reducing  
p. Inst. Freshw. Res.,
- ing och tillämpning.
- tral Europe. — Trans.
- odling. IVL Symp. 15
- fiske och Fiskeodling.
- Northcote, T.G. 1972: Some effects of mysid introduction and nutrient enrichment on a large oligotrophic lake and its salmonids. *Verh. int. Ver. Limnol.* 18:1096—1106.
- Pyefinch, K.A. 1960: Trout in Scotland. Her Majesty's Stationary Office. London. 72 s.
- Rosenthal, H., Hansen, P.D., Bergmann, H. 1981: Accumulation of trace contaminants in fishes raised in recirculation system. *Inst. Council for the Exploration of the Sea. C.M. 1981/F:16. Mariculture Committee.*
- Scandiaconsult AB, 1980: Avloppsvattenundersökning vid fiskslakterier. Rapport till SNV 1980-10-03.
- Schindler, D.W. och Fee, E.J. 1974: Experimental lakes area: Whole-lake experiments in eutrophication. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 31(5):937—953.
- Schnick, R. 1976: En litteraturöversikt över användning av antimycin inom fiskevården. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (6).
- Stockner, J.G. och Shorter, K.R.S. 1978: Enhancement of autotrophic production by nutrient addition in Carnation Creek, a coastal rainforest stream on Vancouver Island. (Abstract.) *Verh. int. Ver. Limnol.* 20:1298—1299.
- Stross, R.G. 1958: Experimental induced changes in lakes, 1. Environmental changes following lime applications to stained lakes. — Ph. thesis. Univ. of Wisconsin Library, Madison.
- Tobiasson, G. 1979: Användning av rotenon i Sverige. Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm nr 10.
- Vandkvalitetsinst., 1976: Dambrugsregistrering, belastning fra dambrug. Gudenåundersøgelsen 1973—75. VKI.
- Vandkvalitetsinst. och Jydsk Teknologisk Inst., 1976: Forskellige driftparametres indflytelse på forureningen fra dambrug. VKI.
- Vollenweider, R. 1975: Input-output models with special reference to the phosphorus loading concept in limnology. *Schweiz Hydrol.* 37,1.
- Warrer-Hansen, I. 1976: Vurdering af analysemateriale fra Mosbjerg dambrug. VKI.
- Warrer-Hansen, I. och Simonsen, J. 1978. Undersøgelse af Simestad å, dambrugsforurening. VKI.
- Warrer-Hansen, I. 1981: Belastningsforhold for indpumpningsanlaeg. VKI.
- Waters, T.F. 1956: The effects of lime application to acid bog lakes in Northern Michigan. — *Trans. Am. Fish. Soc.* 86:329—44.
- Waters, T.F. och Ball, R.C. 1957: Lime application to a soft-water unproductive lake in Northern Michigan. — *Journ. of Wildlife Mgt.* 21:385—91.
- Öhrn, T. 1980: Undersökning av bottenfaunan vid fiskodlingen i sjön Anten, Älvsborgs län. SNV Forskningsavdelningen, stencil 1980-04-28.

## SOM FISKEN I VATTNET. VATTENBRUKETS MILJÖFRÅGOR.

Hur påverkar fisk- och musselodlingar miljön?  
I denna rapport diskuteras sambanden mellan miljöbelastningar och olika odlingsalternativ. Förslag läggs till exempel om algodlingar som en metod att minska närsaltsbelastningen i miljön. I rapporten diskuteras också olika möjligheter att nå en högre produktion i naturliga vatten.

---

### FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN

är ett organ i det svenska systemet för forskning och utvecklingsarbete. FRN tillkom 1977 och ska framför allt:

- ta initiativ till och stödja forskning som är angelägen från samhällets synpunkt,
- svara för allmän och övergripande information om forskning och forskningsresultat,
- främja samordning och samarbete mellan forskningsråd och andra organ som stödjer forskning.

### HAVSRESURSDELEGATIONEN

tillkom 1979 och är regeringens samordnande och rådgivande organ för utforskning, utnyttjande och skydd av havet. Dess uppgifter är bl a att

- lägga fram förslag till ett övergripande svenskt havsresursprogram och fortlöpande utveckla detta,
- föreslå åtgärder för utveckling av svenskt näringsliv och svensk export inom havsresurssektorn,
- verka för internationellt samarbete på havsresursområdet.

Om Vattenbruk i FRNs rapportserie:  
**Svensk Akvakultur.** Näringsgren för framtida försörjning och sysselsättning. 1980.

Under 1982 utkommer:

**Får jag lov?** Vattenbrukets juridik.

**Som fisken i vattnet.** Vattenbrukets miljöfrågor.

**Pigg som en mört.** Vattenbrukets hälso- och sjukdomsfrågor.

**Här var'e fisk och skaldjur.** Vattenbrukets ekonomi och marknadsfrågor.

**Fiskevård och fiskodling.** Vattenbrukets avelsmetodik.

**Kräfter eller räkor.** Vattenbrukets kräftdjur.

**Fiskodling och teknik.** Vattenbrukets tekniska möjligheter.

**Hur lär man sig odla?** Vattenbrukets utbildnings- och forskningsfrågor.

**Vattenbruk för Sverige.** Förslag till åtgärder.