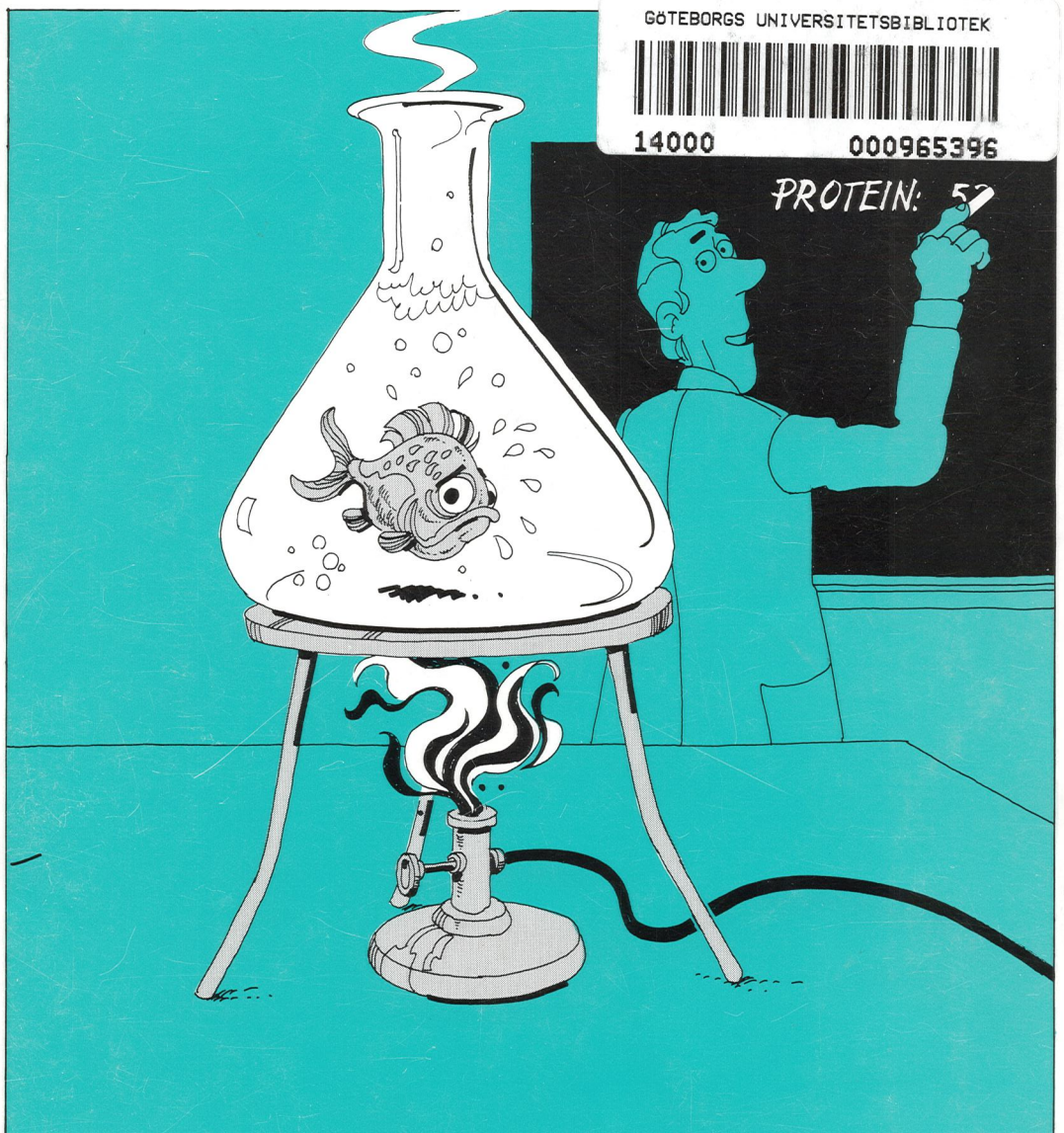


64
83/257

HUR LÄR MAN SIG ÖDLA?

Vattenbrukets utbildnings- och forskningsfrågor



FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN
i samarbete med
HAVSRESURSDELEGATIONEN

Rapport 82:13

HUR LÄR MAN SIG ODLA?

Vattenbrukets utbildnings- och forskningsfrågor

Rapport från Styrgruppen för vattenbruk
utarbetad av
Hans Ackefors och Rolf Gydemo

*”Lär dig det enklaste! Gör det
nu, ty nu är stunden här
det är aldrig för sent!
Lär dig ditt ABC, det är inte nog, men
lär det. Inget får hejda dig, börja
nu! Allting bör du veta!
.....”*

Bertolt Brecht



FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN
i samarbete med
HAVSRESURSDELEGATIONEN

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

Hur lär man sig odla?

Vattenbrukets utbildnings- och forskningsfrågor. Rapport från Styrgruppen för vattenbruk, utarbetad av Hans Ackefors och Rolf Gydemo.

Utgivare: Forskningsrådsnämnden i samarbete med Havsresursdelegationen.

Copyright: FRN och författarna.

Fiskvinjetter: Curt Ljungberg.

Teckningar: Nils Peterson.

Tryck: Temdahls Tryckeri AB, Östervåla, 1982.

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

ISSN 0348-3991

ISBN: 91-86174-15-0



Inneh

FÖRORD
SAMMANFATTNING
ENGLISH SUMMARY
INTRODUKTION
BAKGRUND
VAD STYR UTVAEKLINGEN
Biologi
Teknik
DEN INTERNATIONELLA
Internationella
Produktioner
Internationella
Utbildning
DEN SVENSKA
FORSKNINGSSYSTEM
Forskningsmetoder
Forskningsnät
FORSKNING OCH
Kompetens
Angelägna frågor
Förslag i
Förslag för
Näringsf
Odlingst
FÖRSLAG TILL
Tvärvetenskap
Kostnader
UTBILDNING
Utbildnings
Gymnasi
Högskole
Fortbild
Utbildnings
Rådgivnings
REFERENSER
ORDLISTA FÖR
ARTLISTA FÖR

Innehållsförteckning

skning, FRN, och
holms universitet,

avsresursverksam-

v havsresursverk-

lförbund,

g och sjukdoms-
sitet, Uppsala

ning, FRN,

holm

hus län, Göteborg

Styrgruppen för

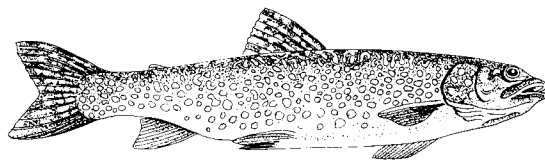
sdelegationen.

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
ENGLISH SUMMARY	10
INTRODUKTION TILL VATTENBRUK	12
BAKGRUND	14
VAD STYR UTVECKLINGEN AV VATTENBRUK?	16
Biologi	18
Teknik	18
DEN INTERNATIONELLA SITUATIONEN	20
Internationella trender	20
Produktionen i olika världsdelar	22
Internationell forskning	23
Utbildning inom vattenbruk	26
DEN SVENSKA SITUATIONEN	27
FORSKNINGSSTRUKTUR	30
Forskningsmodeller	31
Forskningsnivåer	34
FORSKNING OCH FORSKNINGSBEHOV I SVERIGE	37
Kompetens	37
Angelägna forskningsområden	39
Förslag i enkäten	39
Förslag från arbetsgrupperna	42
Näringsfysiologi	43
Odlingsteknik för alger	45
FÖRSLAG TILL FORSKNINGSSTRUKTUR	50
Tvärvetenskaplig institution för vattenbruk	50
Kostnader	55
UTBILDNING	58
Utbildning i grundskolan	58
Gymnasial utbildning	58
Högskoleutbildning	59
Fortbildnings- och översiktsresurser	62
Utbildning för tredje världen	62
Rådgivning och information	63
REFERENSER	65
ORDLISTA FÖR VATTENBRUK	66
ARTLISTA FÖR VATTENBRUK	69

Förord

”Ge en människa en fisk,
och hon har mat för dagen.
Lär henne att odla fisk,
och hon har mat för hela livet.”

Kinesiskt ordspråk.



Det stigande intresset för vattenbruk i Sverige har inneburit att många enskilda, små och stora företag satsat på odling av fisk, kräftdjur och musslor. I

många fall har odlingsföretagen utvecklats bra, men tyvärr finns det många exempel på misslyckade investeringar med konkurser som följd. Även om ekonomiska felsatsningar förekommer i de flesta branscher, har flera av dem, som förekommit inom vattenbruk, berott på dålig planering på grund av bristande kunskaper inom biologi och teknologi. För att råda bot på detta krävs bl a en organiserad forskning och utbildning.

Vattenbruket måste lära av jordbrukets framsteg i Sverige, som till stor del är ett resultat av målinriktad forskning och utbildning. Mjölkvastningen har ökat med 50% under de senaste 20 åren. Antalet lagda ägg per höna och år har ökat från 160 till 260 st under en period av 15 år. Exempler skulle kunna mångfaldigas.

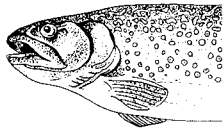
Utan en organiserad statlig forskning och utbildning kommer inte vattenbruket att kunna hävda sig gentemot konkurrensen från våra grannländer. Eftersom forskningen i Sverige har kommit på efterkälken genom att ingen myndighet tagit ansvaret för densamma behövs det nu stora satsningar på forsknings- och utvecklingsarbete. Under perioden 1965—1975 pågick i Norge en intensiv teknikutveckling av metoder för odling av lax i kassar. Detta arbete var en förutsättning för den ledande ställning, som Norge idag har vad gäller odling av atlantlax. Produktionen år 1981 var 8 500 ton och år 1985 väntas den uppgå till 25 000 ton, dvs tre gånger större volym än den årliga fångsten av lax i hela Atlanten. De anförda exemplen visar att forskning är väsentlig för utveckling av odlingsmetoder och produktionsförhöjande åtgärder.

Författarna till denna rapport vill rikta ett varmt tack till de 95 institutioner inom universitet, högskolor och institut, som besvarade den utskickade enkäten om kompetens och angelägna forskningsområden inom vattenbruk. Vi vill också framföra vårt varma tack till Bengt Larsson vid lantbruksuniversitetet i Uppsala, som skrivit avsnitten om utbildning och näringsfysiologi och till Marianne Peder-sén vid institutionen för fysiologisk botanik i Uppsala, som skrivit avsnittet om alger. Maureen Moir har svarat för den engelska översättningen av sammanfattningen.

Ett särskilt varmt tack riktas till Jane Sjölander, som under detta manuskripts tillkomst liksom under de tidigare rapporternas tillblivande kommit med konstruktiva förslag till ändringar. Hon har aldrig förtröttats vid utskrivningen av manuskripten eller de talrika korrigeringsarna av dessa.

Hans Ackefors
Ordförande i Styrgruppen för Vattenbruk

Samman



ligare. Det finns i och utvecklingsart huvudsakliga verk forskning relaterad har en relativt lit trots allt inom bio tioner som i privat

Sedda ur ett inter De stora satsninga är målmedvetna s skolors sida dels fr tionella företag er

Den nuvarande pr 12% av hela värld ostron och alger u stånd. Stort utve kräftdjur som hur

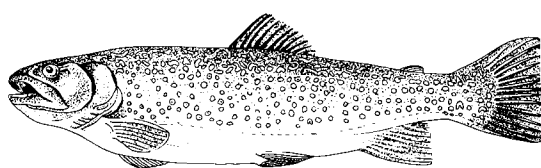
I Sverige är vatter ka 2 000 ton regnl 10-tal andra fiskar tydligt större odli till mer än 40 000

Utbildning är giv tenbruk. Många lä sulenter och forsk ning i Sverige. Me nivå.

Även om forsknin digt att stödja tek porten redovisar tet för utveckling ekologi, etologi, f

r detta manuskript
kommit med konst-
tskrivningen av ma-

Sammanfattning



Med det ökande intresset för vattenbruk framträder bristerna i kunskap inom de grundläggande områdena forskning, utveckling och utbildning allt tyd-

ligare. Det finns i Sverige ingen institution som enbart arbetar med forsknings- och utvecklingsarbete inom vattenbruk, inte heller någon som har detta som sin huvudsakliga verksamhet. I en enkät utsänd till olika institutioner framkom att forskning relaterad till vattenbruk pågår på olika platser i Sverige, men att denna har en relativt liten omfattning. Viss forskning och utvecklingsarbete bedrivs trots allt inom biologi, teknik och ekonomi såväl vid statliga/halvstatliga institutioner som i privata näringslivet.

Sedda ur ett internationellt perspektiv är insatserna små och relativt obetydliga. De stora satsningarna, som görs i våra nordiska grannländer och i andra i-länder, är målmedvetna satsningar dels från statliga myndigheter, universitet och högskolors sida dels från olika privata företags sida. Därtill kommer att stora internationella företag engagerat sig i utvecklingen av vattenbruk.

Den nuvarande produktionen av odlade produkter ökar kraftigt och uppgick till 12% av hela världens samlade utbyte från hav och sjöar år 1980. Odlade musslor, ostron och alger utgjorde 70–80% i jämförelse med skörden från naturliga bestånd. Stort utvecklingsarbete bedrivs för att öka andelen marina fiskar och kräftdjur som hummer och räkor.

I Sverige är vattenbruket relativt svagt utvecklat. Totalt producerades endast cirka 2 000 ton regnbåge och 500 ton blåmusslor förutom mindre kvantiteter av ett 10-tal andra fiskar och sötvattenskräftor. Danmark, Norge och Finland har en betydligt större odlingsvolym. Den samlade matfiskproduktionen i Norden uppgick till mer än 40 000 ton år 1981.

Utbildning är givetvis mycket väsentlig vid utveckling av en ny näring som vattenbruk. Många länder har därför organiserat en sådan med sikte på odlare, konsulenter och forskare. Förutom kortare kurser finns ingen mer omfattande utbildning i Sverige. Men flera utbildningar planeras på såväl gymnasial som högskolenivå.

Även om forskningsbehovet är störst inom *biologiska* discipliner är det nödvändigt att stödja teknisk och ekonomisk forskning inom vattenbrukets område. Rapporten redovisar flera olika forskningsmodeller, som beskriver tillvägagångssättet för utvecklingsarbete inom vattenodling. Inom det biologiska området utgör ekologi, etologi, fysiologi och genetik grundstenarna i en sådan utveckling medan

kunskaperna i reproduktion, avelsmetodik, näringsfysiologi och patologi är väsentliga, då optimala odlingsbetingelser skall utformas.

Odlingsteknik är ett område, som inrymmer många olika tekniska discipliner som styr- och reglerteknik, vvs-teknik och miljöteknik. Vattenbruket är starkt beroende av ett stort utvecklingsarbete inom till synes enkla saker som odlingsbehållarnas utformning, konstruktion av nätkassar m m. Det behövs teknisk innovation för att integrera vattenbruk — jordbruk liksom vattenbruk — industri. Avfallsprodukter från jordbruk och industri kan bli mycket betydelsefulla länkar i framtida odlingar. Spillvärme från industrier kan bli den faktor, som gör vissa typer av odlingar lönsamma.

Ekonomisk utvärdering av odlingstekniker, samhälls- och regionalekonomiska bedömningar är några viktiga frågor för ekonomisk forskning kring vattenbruk. Marknadsföring och distributionsanalys kan också nämnas som exempel.

I denna rapport hänvisas till det utredningsarbete, som är gjort inom de andra arbetsgrupperna inom Styrgruppens ram vad beträffar specifika forskningsuppgifter inom avelsmetodik, kräftdjursodling m m. Områdena näringsfysiologi och algodlingsteknik behandlas däremot enbart i denna rapport eftersom ingen av arbetsgrupperna haft ansvar för dessa ämnesområden.

Förslag till en forskningsstruktur för vattenbruk framläggs i denna rapport. För att garantera en sammanhållen och målrelaterad forskning föreslås inrättandet av en tvärvetenskaplig institution för vattenbruk. Institutionen är tänkt att bestå av: 1) Ledningsgrupp, 2) Intendentavdelning, 3) Dataavdelning, 4) Statskonsulentavdelning och 5) 8 olika forskningsavdelningar. De senare skall svara för forskning och utvecklingsarbete inom avelsmetodik, näringsfysiologi, fiskhälsövård, odlingsteknik och ekonomi. Förutom den interna forskningen inom institutionens ram föreslås extern forskning för miljöeffekter av vattenbruk samt för slakt, förädling och distribution. Forskning vid olika universitetsinstitutioner, institut m m bör stimuleras genom att avsätta öronmärkta medel. Dessutom föreslås etablerandet av forskning och utbildning för biståndsländer.

Drifts- och forskningsmedel för den tvärvetenskapliga institutionen (TVV) är uppskattade till 14,5 miljoner kronor per år. Extern forskning i samarbete med TVV är beräknat till 2,5 miljoner kronor per år och fria forskningsmedel tillgängliga för samtliga institutioner till 4 miljoner kronor per år.

Utbildning föreslås omfatta samtliga stadier från grundskola till forskarutbildning vid universitet. Den praktiska utbildningen förläggs på gymnasial nivå antingen som långtidskurser inom gymnasiets yrkesinriktade undervisning eller som korttidskurser förmedlade av bl a de föreslagna statskonsulterna, lokala konsulenter, fiskerikonsulenter m fl.

Den grundläggande högskoleutbildningen föreslås ske vid Göteborgs universitet genom att fiskevårdslinjen förlängs med ett år. Dessutom bör olika universitet stimuleras att anordna kortare eller längre specialkurser inom olika ämnesområden.

och patologi är vä-

iska discipliner som
et är starkt beroen-
om odlingsbehållar-
teknisk innovation
- industri. Avfalls-
fulla länkar i fram-
n gör vissa typer av

onalekonomiska be-
kring vattenbruk.
m exempel.

t inom de andra ar-
i forskningsuppgif-
gsfysiologi och alg-
ersom ingen av ar-

denna rapport. För
öreslås inrättandet
n är tänkt att bestå
ng, 4) Statskonsu-
are skall svara för
ysiologi, fiskhälso-
ngen inom institu-
ttenbruk samt för
etsinstitutioner, in-
lel. Dessutom före-
ler.

onen (TVV) är upp-
marbete med TVV
smedel tillgängliga

till forskarutbild-
gymnasial nivå an-
undervisning eller
alternativa, lokala kon-

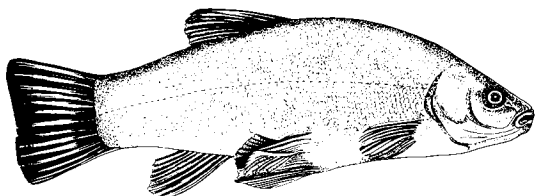
eborgs universitet
lika universitet sti-
ka ämnesområden.

Forskarutbildningen bör i huvudsak förläggas till den föreslagna TVV. Särskilda utbildningsstipendier för studier vid utländska universitet bör inrättas.

Utbildning för elever från den tredje världen bör etableras vid TVV i samarbete med SIDA och SAREC.

Den lokala rådgivningen och informationen bör skötas av lokala konsulenter ute i länen.

Education and Research in Aquaculture



As the interest in aquaculture increases, the lack of knowledge within the research and development and education in this field becomes more and more evident. There is no institute in

Sweden which deals solely with research and development in aquaculture nor even one which has this as its main objective. In a questionnaire sent out to different institutes it transpired that research related to aquaculture is in fact carried out all over Sweden but that this covers a relatively small area. Despite this, a certain amount of research and development work is going on in the biology, technique and economy of aquaculture at state supported institutes and in private industry.

Seen from an international viewpoint these research efforts are limited and relatively insignificant. In contrast, purposeful attempts are being made by our Scandinavian neighbours and other industrial countries by both state agencies and universities as well as by private firms. Large international corporations are also involved in the development of aquaculture.

The yield of cultured products is increasing enormously and in 1980 constituted 12% of the yield from seas and lakes for the whole world. Cultured mussels, oysters and algae yielded 70–80% of the total harvest of these organisms. Great efforts are being made to increase the percentage of marine fishes and crustaceans such as lobsters and shrimps.

In Sweden, aquaculture is poorly developed. In total, only about 2 000 tons of rainbow trout and 500 tons of blue mussels are produced per year apart from smaller quantities from approximately 10 other fish and freshwater crayfish species. Denmark, Norway and Finland have a significantly larger volume of cultivated products. The combined fish production for human consumption reached 40 000 tons in Scandinavia in 1981.

In the development of any new industry such as aquaculture education is obviously essential. Many countries have therefore provided training for eventual growers, consultants and researchers. Apart from short courses however there is no comprehensive training available in Sweden although several courses are being planned at both high school and university level.

Although the need for research in aquaculture is greatest within the biological disciplines, it is also essential to support technical and economic research. This re-

port presents several... for the development... gy, physiology and... ge in reproduction... if optimum culture

Culture technique... matic control, water... development work... the construction of... aquaculture and aq... farming and indus

Economic evaluati... appraisals are a fe... ture. Other exampl

A proposal for a re... In order to guaran... lishment of a mult... suggested that the... ting department, 3... different research... and development o... ture techniques an... of the institute it is... environmental effe... tion. Research at d... the setting aside o... ment of research a

Education should c... ning at university... as a long term cour... assisted by the afo... ry consultants etc.

It is proposed that... of Gothenburg by... other universities... within different fi

Research training... research scholarsh... Education of stud... cooperation with S

Local advice and i... counties.

arch in

rest in aquaculture
 he lack of knowledge
 research and deve-
 d education in this
 es more and more
 ere is no institute in
 in aquaculture nor
 ire sent out to diffe-
 ure is in fact carried
 t. Despite this, a cer-
 in the biology, tech-
 es and in private in-

ve limited and relati-
 made by our Scandi-
 te agencies and uni-
 orations are also in-

in 1980 constituted
 ltured mussels, oys-
 rganisms. Great ef-
 nes and crustaceans

t 2 000 tons of rain-
 apart from smaller
 ayfish species. Den-
 e of cultivated pro-
 eached 40 000 tons

ducation is obvious-
 g for eventual gro-
 owever there is no
 l courses are being

n the biological dis-
 research. This re-

port presents several different research models which describe various methods for the development of aquaculture. Within the biological sphere, ecology, etology, physiology and genetics are foundations in such a development while knowledge in reproduction, breeding, nutritional physiology and pathology are important if optimum culture conditions are to be obtained.

Culture technique encompasses many different technical disciplines such as automatic control, water recycling and environmental engineering. Also important is development work on apparently simple things such as the shape of culture tanks, the construction of net bags etc. New technical measures are needed to integrate aquaculture and agriculture, or aquaculture and industry. Waste products from farming and industry could be of great importance in future culturing.

Economic evaluation of culture techniques, community and regional economic appraisals are a few important points for economic research involved in aquaculture. Other examples are marketing and distribution analysis.

A proposal for a research organization for aquaculture is presented in this report. In order to guarantee a cohesive and aim-related research programme the establishment of a multi-disciplinary institute for aquaculture (TVV) is proposed. It is suggested that the institute should consist of 1) Steering committee, 2) Accounting department, 3) Computer department, 4) Extension service department, 5) 8 different research departments. These latter would be responsible for research and development of breeding techniques, nutritional physiology, fish disease, culture techniques and economy. Besides the internal research within the framework of the institute it is proposed that external research be undertaken to examine the environmental effects of aquaculture including slaughter, refining and distribution. Research at different universities and institutes etc should be stimulated by the setting aside of funds ear-marked for the purpose. In addition the establishment of research and training for developing countries should be instituted.

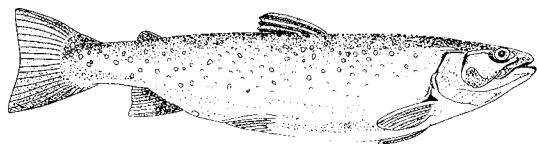
Education should cover all stages ranging from high school level to research training at university level. Practical training should be started at school level either as a long term course within the school's own trade course or as short term courses assisted by the aforementioned extension service officers, local consultants, fishery consultants etc.

It is proposed that the undergraduate training should be based at the University of Gothenburg by the extension by one year of the fisheries course. In addition other universities should be stimulated to arrange shorter or longer courses within different fields.

Research training should in general be undertaken at the proposed TVV. Special research scholarships for studies at foreign universities should be made available. Education of students from developing countries should be instituted at TVV in cooperation with SIDA and SAREC.

Local advice and information should be supplied by consultants in the various countries.

Introduktion till vattenbruk



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

belt så många som föregående år. Antalet tillstånd uppgår nu till ca 500. Antalet odlingar i drift är dock betydligt färre.

I analogi med jordbruk och skogsbruk myntades begreppet vattenbruk, ett synonymt uttryck för akvakultur. Nedan följer en schematisk uppdelning av vattenanvändning och definition av olika begrepp.

Vattenbruk innebär odling av vattenorganismer som fisk, musslor, kräftdjur och alger till skillnad från fiske, där man 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 grundas 3/4 av den totala fisk- och skaldjurskonsumtionen på import. Totalt har den årliga konsumtionen ett värde av 3,4 miljarder svenska kronor. Trots en betydande export av fisk var handelsunderskottet 1,1 miljard kronor under 1980.

Beträffande viktiga kemiska produkter, framställda ur marina alger för livsmedels-, läkemedels-, textil- och färgmedelsindustrin är vi helt beroende av importerade varor. Värdet av dessa är svårt att beräkna, men torde uppgå till mer än 100 miljoner kronor per år.

Konsumtionen av fisk och skaldjur är 27,5 kg (1980) 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 1980 användes ca 100.000 ton fiskmjöl för att föda

upp broiler, svin o
per person och år.
indirekt. Denna k
700.000 ton/år. H
fiskprodukter är s
och fiskprodukter

Fisk och skaldjur ä
är mycket fördela
lättsmält och inne
ga fall överlägsna
mer medvetna om

Prisutvecklingen i
de köttsubvention
livsmedel.

Det finns därför a
för fiskprodukter,
tillfredsställande
för odling av fisk,
ling av ett svensk
och ökad sysselsät

I förlängningen av
siella näringen i k
kunnande inom he
säljas till andra lä
bildning stimuler

upp broiler, svin och nötkreatur. Det motsvarar 12,5 kg fiskmjöl eller 56 kg fisk per person och år. Varje svensk konsumerar således 84 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. Sverige har den största importen av fisk och fiskprodukter per innevånare i hela världen.

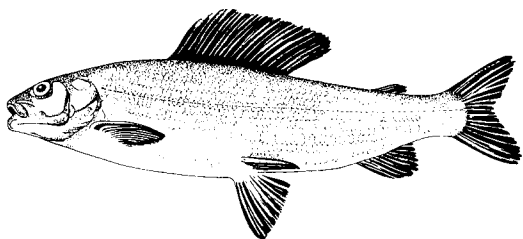
Fisk och skaldjur är näringsriktig kost. Fiskproteinets aminosyrasammansättning är mycket fördelaktig med hänsyn till vårt näringsfysiologiska behov. Fiskfett är lättsmält och innehåller fleromättade fettsyror. Fisk och skaldjur är därför i många fall överlägsna andra livsmedel, vilket konsumenterna i Sverige blir mer och mer medvetna om.

Prisutvecklingen med bl a starkt ökade priser på kött, delvis orsakade av minskade köttsubventioner, har gjort att fisk relativt sett är ett för konsumenten billigt livsmedel.

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

I förlängningen av detta resonemang ligger också förhoppningen att den kommersiella näringen i kombination med forskning och utbildning skall ge ett gediget kunnande inom hela vattenbruksområdet, ett kunnande som kan utvecklas för att säljas till andra länder. Inte minst bör det finnas en ambition att genom bl a utbildning stimulera utvecklingen av vattenbruket i olika u-länder.

Bakgrund

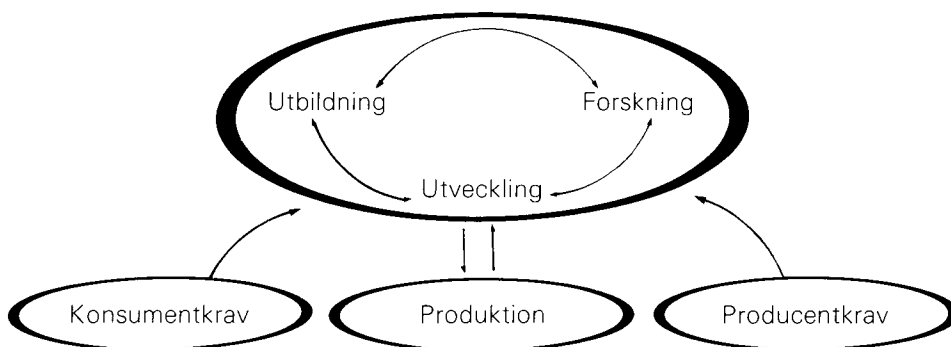


Med det ökande intresset för vattenbruk framträder bristerna i kunskap inom de grundläggande områdena forskning, utveckling och utbildning allt tydligare. Det står klart att det behov som finns inte motsvaras av dagens resurser. Anledningen

till detta förhållande är bristande satsningar tidigare. Man har inte observerat att en ny näringsgren håller på att växa fram. I många länder, såväl i-länder som biståndsländer, har reaktionen varit snabbare och uppbyggnaden av näringen har lett till ett försprång som kommer att kräva stora resurser för att Sverige skall komma ifatt.

Vissa länder, framförallt i Asien, har traditionellt bedrivit akvakulturverksamhet. Vattenbruket i dessa länder har präglats av enkel teknologi baserad på ekologiskt riktiga principer med integrering mellan odling och jordbruk. Under de senaste 20 åren har forsknings- och utvecklingsarbetet intensifierats vilket gett en högre produktion och en ökad effektivitet. Även i länder närmare Sverige, där vattenbrukstraditionerna inte varit lika starka, har stora satsningar skett under senare år, vilket också lett till framgångar i utvecklandet av denna näringsgren. Detta märks inte minst i affärernas frysdiskar och fiskavdelningar där vi kan köpa odlad lax från Norge och regnbåge från Norge, Finland och Danmark.

Först under senare år har svensk "laxforell" börjat dyka upp sporadiskt i färskvarudiskarna, som fortfarande domineras av våra grannländers produkter. För att göra svenskt vattenbruk till en lönsam och konkurrenskraftig näring måste en rad samverkande faktorer beaktas. Starkt förenklat visas detta samspel i figur 1.



Figur 1. En starkt förenklad schematisk modell över sambandet mellan den kommersiella marknaden och forskning och utbildning.

Grundläggande för ekonomi (fig. 2). I pas inom vattenbru

Det finns idag inga heller någon som drivs vid ett flertal. Exempel är SLU, sens laboratorier i också vid några av forskningen. Den universitet och hö

För nästan samtliga lan flera projekt om förhållanden, på så fall kan orsaken varom anslag från n infogas att betydelse näringslivet eller

Den splittring som finansiering, bero tillämpad karaktär. Den grundforskning sofistikerade forskning finner sig vid forskning och fördelning. Men utan krävs för att när

Även koordinering knytning till ämnen projekt/institution

I Sverige är utbildning ordnats. I många särskilda utbildning väl kortare utbildning om högskolesektor. Dessa svarar även

Ett effektivt svensatser inom forskning för odling samt i

I det följande koordineringen inom forskning som interna

Grundläggande för en utveckling av vattenbruk är områdena biologi, teknik och ekonomi (fig. 2). Det bedrivs idag forskning inom dessa områden som kan tillämpas inom vattenbruk, men forskningen är splittrad och någon samordning sker ej.

Det finns idag ingen institution i Sverige som enbart arbetar med vattenbruk, inte heller någon som har detta som en väsentlig del i sin verksamhet. Däremot bedrivs vid ett flertal institutioner projekt som har anknytning till vattenbruk. Exempel är SLU, IVL, universitets- och högskoleinstitutioner och Fiskeristyrelsens laboratorier inom det biologiska området. Tekniskt utvecklingsarbete pågår också vid några av ovan nämnda institutioner, ofta vid sidan av den biologiska forskningen. Den ekonomiska forskningen bedrivs praktiskt taget uteslutande vid universitet och högskolor.

För nästan samtliga projekt gäller att de ansvariga personerna delar sin tid mellan flera projekt och arbetsuppgifter samtidigt. I en del fall beror detta på tjänsteförhållanden, på att tjänsten främst är avsedd för andra arbetsuppgifter, i andra fall kan orsaken vara att söka i finansieringen av arbetet. Finansieringen sker genom anslag från myndigheter, forskningsråd och privata fonder. Här måste också infogas att betydelsefull forskning och utveckling inom vattenbruk sker inom näringslivet eller genom finansiering av detsamma.

Den splittring som råder inom forskningen, dels på olika projekt, dels vad gäller finansiering, beror delvis på att forskning inom vattenbruk hittills har haft en tillämpad karaktär och ej i någon större utsträckning präglats av grundforskning. Den grundforskning som bedrivs befinner sig på en nivå, som är långt ifrån den sofistikerade forskning inom andra delar av biologin, där man närmar sig eller befinner sig vid forskningsfronten. Detta försvårar för organ som har en samordnande och fördelande funktion inom forskning, t ex NFR, att motivera ökade satsningar. Men utan ökad satsning kan forskningen ej heller göra de framsteg som krävs för att närma sig forskningsfronten.

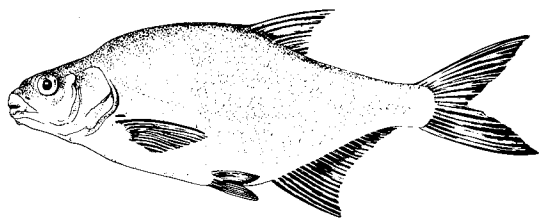
Även koordineringen inom vattenbruket är bristande. De många projekt med anknytning till ämnet som pågår, bedrivs ofta med bristande samordning till andra projekt/institutioner såväl inom som utom ämnesområdet.

I Sverige är utbildningssidan idag svagt utvecklad. Endast kortare kurser har anordnats. I många länder, där vattenbruket utvecklats snabbare än i vårt land, har särskilda utbildningslinjer inrättats på gymnasie- och högskolenivå. Det gäller såväl kortare utbildningar inom specialområden som längre och mer omfattande. Inom högskolesektorn har tvärvetenskapliga institutioner inrättats för forskning. Dessa svarar även för utbildning.

Ett effektivt svenskt vattenbruk, som en ny näringsgren, kräver således ökade insatser inom forskningen, en specialisering vad gäller arter, utvecklandet av teknik för odling samt inte minst en organiserad utbildning på olika nivåer.

I det följande kommer en översiktlig genomgång att ske av den aktuella situationen inom forskning, utveckling och utbildning inom vattenbruk såväl nationellt som internationellt.

Vad styr utvecklingen av vattenbruket?



En utveckling av vattenbruk till en lönsam näring kräver insatser inom en rad områden.

Basen för vattenbruk är kunskap om organismernas *biologi*. Men bara med en riktig *teknik* kan man

också uppnå kravet på en god *ekonomi*. Dessa tre faktorer samverkar och kan inte arbeta oberoende av varandra för en framgångsrik utveckling av vattenbruk i Sverige. Men de tre är också var för sig komplexa strukturer med viktiga underavdelningar. I figur 2 visas samspillet mellan några av de viktigaste områdena. Avgörande för ett framgångsrikt vattenbruk är ytterst socioekonomiska faktorer, d v s prisnivå och inställningen hos konsumenten i Sverige och i potentiella exportländer till fisk- och skaldjurskonsumtion.

Utan en kraftfull försäljningsorganisation med professionell marknadsföring kommer inte svenskt vattenbruk att bli en växande näringsgren. Dessa frågeställningar berörs ingående i rapporten om marknad och ekonomi (Anon. d, 1982). I den rapporten diskuteras också konkurrensläget nationellt och internationellt för fiskprodukter. I den här rapporten kommer vi därför att koncentrera oss till områdena *BIOLOGI* och *TEKNIK* och till teknisk-ekonomiska förhållanden med anknytning till utbildning och forskning.

Som framgår av schemat (fig. 2) påverkar en mängd olika faktorer inom biologi, teknik och ekonomi produktionskostnaderna inom vattenbruk. En optimal produktion styrs av många komponenter som var och en måste avvägas i relation till den ekonomiska insatsen och produktens försäljningsvärde. Därför kan en lägre produktion i vissa fall vara mera lönsam än en högre produktion. En enklare teknik kan vara ekonomiskt fördelaktigare än en mer sofistikerad teknik o s v. Dessa i och för sig självklara saker syndas det mycket mot inom vattenbruket. Detta avspeglar de bristande kunskaper inom många områden som betecknar dagens vattenbruk i många i-länder. Dessutom befinner sig den biologiska och tekniska utvecklingen i många fall på ett primitivt stadium, vilket är helt naturligt med hänsyn till att det moderna vattenbruket är en mycket ung näringsgren i vår del av världen. För att närmare konkretisera dessa påståenden ges några exempel.

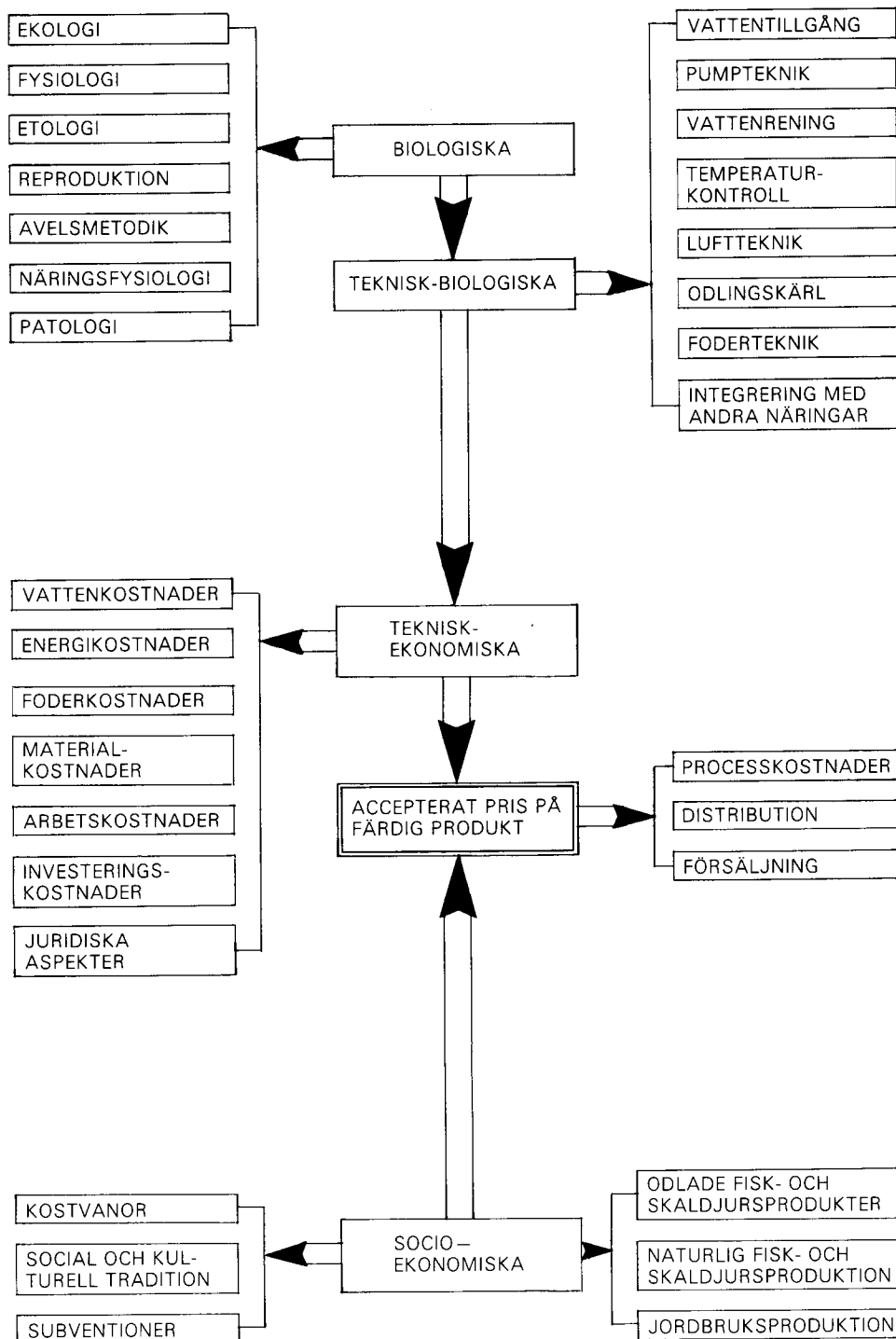
EKOLOGI
FYSIOLOGI
ETOLOGI
REPRODUKTION
AVELSMETODIK
NÄRINGSFYSIOLOGI
PATOLOGI

VATTENKOSTNADEF
ENERGIKOSTNADER
FODERKOSTNADER
MATERIALKOSTNADER
ARBETSKOSTNADEF
INVESTERINGSKOSTNADER
JURIDISKA ASPEKTER

KOSTVANOR
SOCIAL OCH KULTURELL TRADITION
SUBVENTIONER

Figur 2. Biologiska, vecklingen av färdig fors & Rosén, 1979

Vad styr utvecklingen



Figur 2. Biologiska, teknisk-biologiska och teknisk-ekonomiska faktorer som jämte prisutvecklingen av färdiga produkter styr utvecklingen inom akvakultur. (Modifierat efter Ackefors & Rosén, 1979 och Ackefors, 1980).

Biologi

Biologiska kunskaper hänför sig självklart till både botaniska och zoologiska kunskaper inom många discipliner. De grundläggande kunskaperna vid odling av djur och alger finns att hämta inom ämnesområdena *ekologi*, *etologi*, *fysiologi* och *genetik*. Tyvärr är kunskaperna om organismernas levnadsförhållanden i deras naturliga miljö ofta bristfälliga. Dessutom är de biologiska kunskaperna hos en del odlare dåliga. Den odlade artens etologi och fysiologi och speciellt kunskapen om den egna populationen (klonen) i odlingen är mycket viktig. Dessa kunskaper borde först inhämtas innan stora odlingsenheter etableras. Det är klokt att starta i liten skala eller praktisera i fungerande odlingar för att skaffa sig dessa insikter. Detta borde vara självklart för allt odlingsarbete.

Reproduktion, *avelsmetodik*, *näringsfysiologi* och *patologi* är ämnesområden, som direkt eller indirekt berör konsumtionsodlaren. Beträffande fortplantning av arten och avelsmetoder är detta i många fall kunskaper, som främst är väsentliga för sättfiskodlaren. Men givetvis är de viktiga för alla odlare, så att dessa kan bedöma det fiskmaterial som köps till odlingen, liksom för fiskevårdaren, som skall sätta ut fisk eller kräftor i vildvatten.

För närvarande pågår i många länder en omfattande forskning för att få fram bättre stammar av fisk som ger högre avkastning. Forskningen avser bl a att framställa populationer med sen könsmognad, sterila eller enkönade populationer. Det är viktigt att svensk fiskodling inte kommer i en beroendeställning inom detta område, i likhet med vad som var fallet vid broileruppfödningen inom jordbruket.

Näringsfysiologisk forskning syftar ytterst till att klarlägga hur födans sammansättning skall vara beskaffad för olika arter och utvecklingsstadier. Detta område har stor betydelse för det ekonomiska utfallet i odlingar. Foderkostnader belöper sig i allmänhet till 30—50% av kostnaden. Näringsfysiologiska problemställningar berörs närmare under rubriken "angelägna forskningsuppgifter".

Ett område där det krävs mycket forskning och utbildning är patologin. Det är väsentligt att vi skaffar oss bättre insikt i orsakerna till sjukdomarnas uppkomst, smittspridning liksom bekämpning av sjukdomsutbrott. Forskning inom virologi och bakteriologi är viktiga delar av patologin. Men även parasitologi och sjukdomar främst orsakade av näringsfysiologiska förhållanden är viktiga att studera. Miljöbetingad stress är ett annat väsentligt område i samband med fisksjukdomar.

Teknik

Området är stort och komplicerat. Inom de funktioner, som finns angivna i figur 2, ryms många olika tekniska discipliner som styr- och reglerteknik, VVS-teknik, foderteknik, vattenkemi, miljöteknik etc. Man kan också indela det tekniska området i lågteknologi och högteknologi (jämför rapporten Fiskodling och teknik).

Det är viktigt att ringens volym blir synes enkel tekno. formning för olika

Forskning och utv ringsfysiologer i u teknologi. Ett exe moist foder. Sådar skulle kunna män

Till slut skall näm bruk. Sedan gamm Även i Sverige ha tidvis fungera son dammar för fisk (dammarna. Andra föda eller som sub går nu att odla ma lerproduktion (fig

Industriellt avfall der. Fiskavfall, av ka fodertyper. Avl som substrat för f

Helt andra integre sedda för andra är bruk. Dessa dolda

Figur 3. Integrering Skottland görs expe. ja avfall från svin- ling, Skottland.

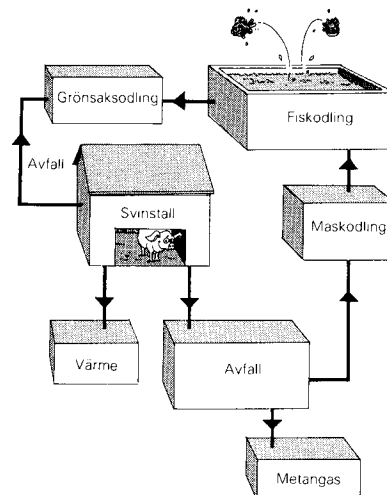
Det är viktigt att en teknisk utveckling får ekonomiskt stöd i början, innan näringsens volym blir för stor. Det finns plats för många innovationer även inom till synes enkel teknologi, som konstruktionen på nätkassar, odlingsbehållarens utformning för olika arter, material i olika odlingskärl, luftteknik m m.

Forskning och utveckling inom foderteknologin har hög angelägenhetsgrad. Näringsfysiologer i utlandet forskar kring nya råvarukällor som kräver en ny foderteknologi. Ett exempel på detta är ensilagetekniken för framställning av semi-moist foder. Sådant foder kräver bl a helt andra utfodringsautomater. Exempelen skulle kunna mångfaldigas.

Till slut skall nämnas nödvändigheten av att integrera vattenbruk med t ex jordbruk. Sedan gammalt har man idkat växelbruk mellan jordbruk och vattenbruk. Även i Sverige har detta tillämpats. Många jordar kan tillföras näring genom att tidvis fungera som fiskdammar. Svin- och hönsproduktion kan kombineras med dammar för fisk och kräftdjur genom att avfallet kontinuerligt tillförs odlingsdammarna. Andra exempel på integrering är avfallsprodukters användning som föda eller som substrat för framställning av föda till vattenbruk. Experiment pågår nu att odla mask avsedd till fiskföda i avfallet från nötkreatur, svin- och broilerproduktion (fig. 3).

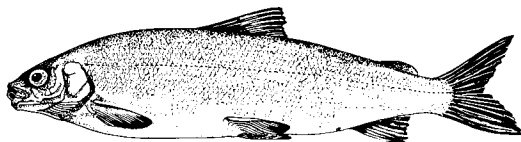
Industriellt avfall kan också tjäna som föda eller substrat för framställning av foder. Fiskavfall, avfall från slakterier m fl industrier kan direkt omvandlas till olika fodertyper. Avloppsvatten från skogsindustrier och andra industrier kan tjäna som substrat för framställning av encellsprotein.

Helt andra integreringar kan också tänkas. Vattensamlingar, tidigare endast avsedda för andra ändamål, t ex kraftverksmagasin, kan också användas till vattenbruk. Dessa dolda vattenreserver kan således tjäna dubbla syften.



Figur 3. Integreringen mellan jordbruk och vattenbruk är viktig att uppmärksamma. I Skottland görs experiment med att producera mask avsedd som fiskfoder genom att utnyttja avfall från svin-, broiler- och nötkreatursproduktion. Efter A. Tacon, University of Stirling, Skottland.

Den internationella situationen



De senaste 20 åren har varit en period av ökande satsningar på vattenbruk i många länder. En viktig pådrivande faktor har varit krisen inom havsfisket med överfiskning

av vissa arter och utvidgningar av de nationella fiskegränserna. Detta har medfört ett ökat intresse för nya arter och metoder.

Internationella trender

I flera fall har näringslivet svarat för de första stora satsningarna. Som exempel kan nämnas Unilever som började undersöka möjligheterna till vattenbruk under 1960-talets första hälft. Idag har företaget ett fiskerilaboratorium i Skottland, Storbritanniens största laxodling och vittförgrenade intressen i andra länder. Fle- ra andra internationella företag har också stora intressen i vattenbruk. Tabell 1 visar några av dem samt vilken typ av vattenbruk de satsar på.

Tabell 1. Några internationella företag inom vattenbruk.

Företag	Intressen	Länder
Unilever	Lax, öring Räkor Fiskfoder	Filippinerna, Indien, Skottland, Sri Lanka, Sverige
B.P. Nutrition	Ostron Lax Fiskfoder	Norge, Skottland Storbritannien
Guinness	Ostron	Irland
Coca Cola	Räkor	Hawaii
General Mills	Räkor	Honduras
Campbell Soup	Lax	Chile
Norsk Hydro	Laxfiskar Plattfiskar	Norge
Alfa Laval/Ewos	Laxfiskar Fiskfoder Odlingsteknik	Sverige

Intresset från statliga insatserna har ofta vecklingsarbete. I n jekt. De statliga ins gren har dock ökat. etc. Men även regio bruk spelar in. Men der som traditionel ekonomiska zoner so pel är Japan, Sovje

Forskningsinsatsen kraftig satsning på USA satsar främst p De tre största odling och regnbåge. En st

Västeuropa produc har även en mer a större i Västeuropa De skandinaviska l galler antal arter so

I USA har en proce och utveckling inor idag har de stora, c ningen av vattenbr BP Nutrition äger c ting, Norges störst uppnår, tillhör dess ett nationellt baser

Intresset från statliga myndigheter har varierat kraftigt i olika länder. De statliga insatserna har oftast kommit efter det privata näringslivets forsknings- och utvecklingsarbete. I många länder har vattenbruk i första hand varit biståndsprojekt. De statliga insatserna för utveckling av vattenbruk till en nationell näringsgren har dock ökat. Detta beror på flera orsaker som brist på fisk, ökad fiskimport etc. Men även regionalpolitiska hänsyn med ökad sysselsättningseffekt i vattenbruk spelar in. Men det är framförallt länder med små ekonomiska zoner och länder som traditionellt har fiskat på områden som nu omfattas av andra länders ekonomiska zoner som tidigt stimulerat utvecklingen av vattenbruk. Några exempel är Japan, Sovjetunionen och Västtyskland.

Forskningsinsatsen varierar kraftigt mellan olika länder. Japan genomför en kraftig satsning på den marina sidan såväl för alger som för fisk och skaldjur. USA satsar främst på att utveckla laxfiskar och räkor, arter med hög efterfrågan. De tre största odlingsobjekten i USA är ostron, amerikanska malar (*Ictalurus spp.*) och regnbåge. En starkt ökad produktion av dessa arter förväntas.

Västeuropa producerar 5 gånger mer fisk och musslor i vattenbruk än USA och har även en mer avancerad teknologi. Satsningen inom forskning är även den större i Västeuropa än i USA, framförallt vad gäller antalet arter som undersöks. De skandinaviska länderna tillsammans har den mest spridda forskningen vad gäller antal arter som undersöks (Tabell 2).

I USA har en process inletts som innebär att ansvaret för satsning på forskning och utveckling inom vattenbruk på sikt, alltmer övertas av näringslivet. Redan idag har de stora, ofta multinationella, företagen en ledande roll inom tillämpningen av vattenbruk och forskning. Unilevers fiskerilaboratorium har nämnts. BP Nutrition äger en fiskodling i Norge och har ett 50%-igt ägande i A/S Skretting, Norges största fiskfoderproducent. De forskningsresultat, som företagen uppnår, tillhör dessa, vilket i sin tur kan utgöra ett hinder vid uppbyggnaden av ett nationellt baserat vattenbruk.

De åren har varit en period med satsningar på vattenbruk i många länder. En viktig faktor har varit krisen i fiskeriet med överfiskning i många länder. Detta har med-

förklaringarna. Som exempel till vattenbruk under vattenbrukslaboratorium i Skottland, och i andra länder. Fle- vattenbruk. Tabell 1 är på.

Indien, Sri Lanka,

Skottland
Indien

Tabell 2. Exempel på arter i forskning och försök samt produktion i några i-länder.

Land	Forskning och försök	I kommersiell produktion
Storbritannien	Lax, öring, tunga, kammusslor, hummer, räkor, havskräfta	Regnbåge, lax, öring, piggvar, ål, ostron, musslor
Danmark	Lax, öring, tunga, piggvar, ål	Regnbåge, öring, musslor
Norge	Lax, öring, havsröding, torsk, hälleflundra, rödspotta, ål, blåmusslor, musslor, ostron, hummer	Regnbåge, öring, lax
Västtyskland	Öring, lax, karp, amerikanska malar, ål, <i>Tilapia</i> , havsabborre	Regnbåge, öring, harr, karp, <i>Tilapia</i> , ål, gädda, amerikanska malar
Sverige	Regnbåge, lax, röding, ål, blåmusslor, ostron, sötvattenskräftor, <i>Macrobrachium sp.</i>	Regnbåge, lax, öring, ål, blåmusslor
Frankrike	Piggvar, tunga, abborre, braxen, amerikansk mal, räkor, hummer	Regnbåge, lax, öring, karp, ål, musslor, ostron, sötvattenskräftor, hummer
USA	Plattfiskar, stör, räkor, hummer	Regnbåge, stillahavslax, amerikanska malar, ostron

Tabell 3. Produktion exempel på olika länder

Världen totalt
Europa (inkl Sovjet)
Västeuropa
Stor- britannien
Frankrike
Danmark
Norge
Sverige
Finland
Övriga
Östeuropa
Polen
Jugoslavien
Rumänien
Sovjet- unionen
Övriga
Afrika
Egypten
Gabon
Marocko
Zaire
Övriga
Asien
Främre orienten
Israel
Syrien
Främre Indien
Indien
Sri Lanka
Övriga

Produktionen i olika världsdelar

Det möter stora svårigheter att erhålla siffror för en bedömning av insatserna inom vattenbruk internationellt. FAO har gjort uppskattningar av den totala produktionen i världen, och åtminstone till en del även satsningarna från olika länder (tabell 3, fig. 4). Den totala produktionen i världen genom vattenbruk var 1979/80 mer än 8,7 miljoner ton. Därav var 37,1% fisk, 36,7% mollusker, 25,4% alger och 0,8% kräftdjur. Detta är en ökning med 42 procent i jämförelse med den tidigare uppskattningen för år 1975. Ökningarna har skett främst inom mollusker, kräftdjur och alger (Pillay 1981).

Den regionala fördelningen av vattenbruksproduktionen visar att Asien svarar för ca 84%, Europa för 13% och Nordamerika för knappt 2%. Produktionen i Latinamerika och Afrika är jämförelsevis liten (Pillay 1981). Tabell 3 visar en sammanställning av produktionen av olika organismer i vattenbruk för olika regioner.

Internationella situationen

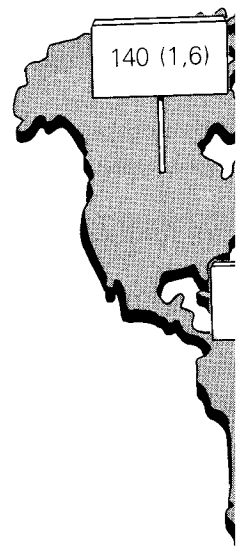
i några i-länder.

Tabell 3. Produktion inom vattenbruk i världen 1979/80 i ton. Indelning i zoner med några exempel på olika länders produktion. Efter Pillay 1981.

Produktionskategori	Fisk	Mollusker	Kräftdjur	Alger	Totalt
Världen totalt	3 226 070	3 193 150	71 245	2 206 484	8 696 948
Europa (inkl Sovjet)	635 798	505 516	30	50	1 141 394
Västeuropa	137 152	505 326	30		642 508
Storbritannien	5 000	813			5 813
Frankrike	25 345	173 000	30		198 375
Danmark	17 110				17 110
Norge	7 513				7 513
Sverige	500	1 500			2 000
Finland	3 195				3 195
Övriga	78 489	330 013			408 502
Östeuropa	498 646	190		50	498 886
Polen	12 100				12 100
Jugoslavien	29 100	190			29 290
Rumänien	41 325				41 325
Sovjetunionen	340 000				340 000
Övriga	76 121			50	76 171
Afrika	3 746	140			3 886
Egypten	2 597				2 597
Gabon	10				10
Marocko		140			140
Zaire	704				704
Övriga	435				435
Asien	2 505 338	2 555 775	60 259	2 206 434	7 327 806
Främre orienten	15 760				15 760
Israel	14 580				14 580
Syrien	1 180				1 180
Främre Indien	912 351	1 763	17 009		931 123
Indien	830 201	1 763	17 009		848 973
Sri Lanka	17 150				17 150
Övriga	65 000				65 000

Internationella situationen

Sydostasien	378 333	175 335	33 640	132 730	720 038
Malaysia	9 357	63 412	972		73 741
Singapore	497	39			536
Thailand	39 367	111 673	9 922		160 962
Indonesien	177 500		21 797		199 297
Filippinerna	151 612	250	910	132 730	285 502
Bortre Asien	1 198 894	2 378 677	9 610	2 073 704	5 660 885
Kina	813 320	1 757 960		1 440 822	4 012 102
Taiwan	127 974	37 507	7 017	11 175	183 673
Hong Kong	7 260	230			7 490
Korea	943	284 749	125	195 663	481 480
Japan	249 397	298 231	2 468	426 044	976 140
Australien	62	13 150			13 212
Papua/ Nya Guinea	60				60
Australien		8 150			8 150
Nya Zeeland	2	5 000			5 002
Latinamerika	25 480	44 404	5 360		75 243
Bolivia	50				50
Chile	328	1 150			1 478
Cuba	3 800	2 700			6 500
Ecuador			4 600		4 600
Mexiko	17 198	38 554			55 752
Övriga	4 104	2 000	760		6 863
Nordamerika					
USA	55 646	74 165	5 596		135 407
Kanada	1 740	2 828			4 568

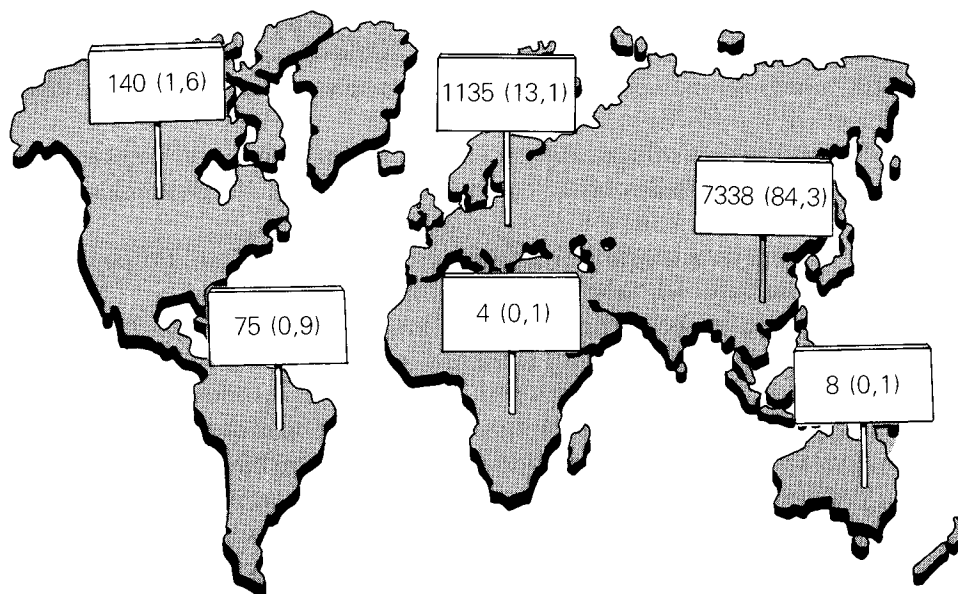


Figur 4. Totalmängd världsdelar år 1979/80 parentes.

Internation

I samarbete med F
 en 3-årsperiod på
 De svårigheter som
 liga + privata) på
 exempel på sådana

32 730 720 038
 73 741
 536
 160 962
 199 297
 32 730 285 502
 73 704 5 660 885
 40 822 4 012 102
 11 175 183 673
 7 490
 95 663 481 480
 26 044 976 140
 13 212
 60
 8 150
 5 002
 75 243
 50
 1 478
 6 500
 4 600
 55 752
 6 863
 135 407
 4 568



Figur 4. Totalmängden av odlade organismer (fisk, kräftdjur, musslor och alger) i olika världsdelar år 1979/80. Siffrorna anger mängd i 1 000 ton. Procent av totalmängd inom parentes.

Internationell forskning

I samarbete med FAO beräknas nu 54 olika länder satsa 3 000 miljoner kr under en 3-årsperiod på kommersiell utveckling och utvecklingsarbete av vattenbruk. De svårigheter som ligger i att få fram siffror på totala forskningssatsningar (statliga + privata) på vattenbruk i olika länder gör att här endast presenteras några exempel på sådana som görs med statliga medel.

Japan: Satsar 150 mkr/år på FoU.

Frankrike: 60 mkr/år för uppbyggnad av teknisk service och FoU.

USA: 100 mkr/år samt planer på att förstärka denna satsning med 350 mkr under en 3-årsperiod.

Norge: Enbart havsforskningsinstitutet i Bergen satsade 9 miljoner norska kronor för utvecklingsarbete under 1981. Totalt kan insatserna i Norge uppskattas till mer än 20 miljoner.

Danmark: 11 mkr är anslagna till försök med odling i kylvatten, förutom andra satsningar inom halv- och helstatliga organ.

Finland: I Finland anslås nu drygt 100 miljoner mark för att bygga två statliga avelsstationer med möjligheter till forskning inom olika delar av vattenbruket.

En hel rad andra länder skulle kunna anföras som exempel på de stora investeringar, som just nu görs inom forsknings- och utvecklingsarbete för vattenbruk. Tyvärr är det svårt att få en komplett bild av alla satsningarna i ett land, då medelstillsdelningen kommer från många olika källor. Dessutom sker i flera fall forskningsarbete inom vattenbruk med medel som går via andra huvudtitlar i budgeten, t.ex. via olika forskningsråd till grundforskning, som är relevant för vattenbruk.

Utbildning inom vattenbruk

Med ökade satsningar på vattenbruk blir också behovet av utbildning tydligare. Det gäller utbildning på alla nivåer, för såväl odlare som forskare. Utbildningen har tidigare oftast skett i form av kortare kurser medan längre sammanhängande utbildningar till "vattenbrukare" har saknats. I många länder är det jordbrukare som startar vattenbruk. I flera länder har därför jordbrukets organisationer organiserat utbildningen inom vattenbruket.

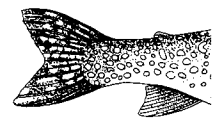
Under senare år har det inrättats särskilda utbildningslinjer och även skolor för akvakultur. Försök görs att samordna utbildningen och forskningen och det kanske bästa exemplet är Institute of Aquaculture, University of Stirling, Skottland. Det är en tvärvetenskaplig institution för utbildning på flera nivåer. I Norge ges utbildning vid folkhögskolor, fiskeriskolor och universitet.

Utbildningsfrågor är också en viktig del i den internationella biståndsverksamheten. Även här är University of Stirling ett bra exempel. Man bedriver forskning och undervisning också på tropiska arter.

Utbildningen i de flesta länderna har tagit fasta på att basen för vattenbruk är arternas biologi, men att teknologi och ekonomi också spelar en avgörande roll. Det är nödvändigt med goda kunskaper inom alla områden.

FAO bedriver utbildning i vattenbruk vid tre regionala centra: i Asien, Afrika och Latinamerika. Utbildningen är ettårig och tvärvetenskaplig med såväl teori som praktik.

Den s



slutet av 1800-ta
Sverige. Odlingar
set har sedan des
tande karp- och s

Odling för utsätt
många år för att
dessa åtgärder va
började man odla
Under en period
and take-fisk.

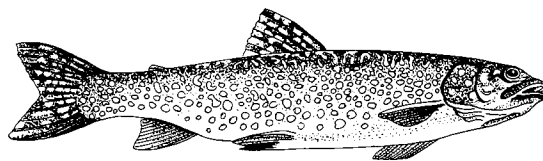
Under 1950-talet
Därvid förstördes
måste ersättas m
äventyras. Könsn
och mjölke från d
der en period av
sätter årligen ut
laxbeståndet i Ös

Under 1960-talet
som överflyglade
duceras 2 000 ton
mentodling av lax



Figur 5. Den nya te
lingar.

Den svenska situationen



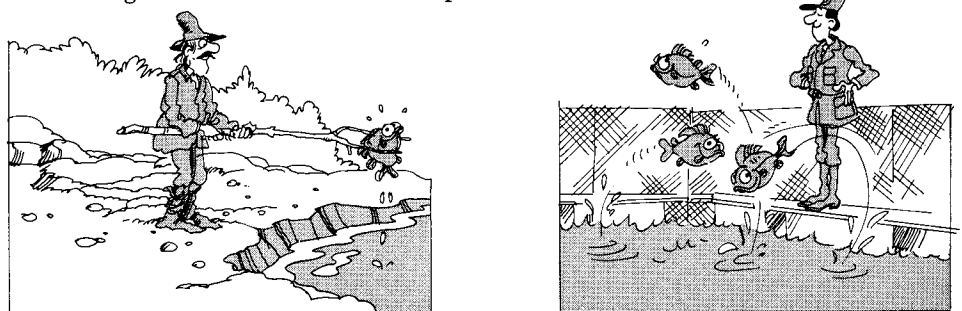
Lämningar vid Roma kloster på Gotland tyder på att odling av fisk förekom redan före 1500-talet. Vi vet dock med säkerhet att omkring år 1700 odlades karp i Sverige. Så tidigt som i

slutet av 1800-talet infördes regnbåge och amerikansk bäckröding för odling i Sverige. Odlingarna bedrevs i naturdammar och grävda dammar. Odlingsintresset har sedan dess fluktuerat starkt. Under åren 1920–1940 bedrevs en omfattande karp- och sutareodling med en icke obetydlig export till Tyskland.

Odling för utsättning av yngel av gädda, sik, gös m fl fiskarter bedrevs under många år för att förstärka naturliga bestånd. Sedan man erhållit insikten om att dessa åtgärder var betydelselösa i jämförelse med den naturliga produktionen, började man odla fram juvenil eller fullvuxen fisk för utsättning i vilda vatten. Under en period dominerades regnbågsodlingen av stor utsättningsbar skput and take-fisk.

Under 1950-talet påbörjades utbyggnaden av kraftverk i de svenska laxälvarna. Därvid förstördes lekplatserna för lax och därmed den naturliga förökningen, som måste ersättas med en artificiell sådan, om inte laxbeståndet i Östersjön skulle äventyras. Könsmogna uppvandrande laxar infångas nedanför kraftverken. Rom och mjölke från dessa blandas. Efter det att rommen kläcks föds ynglet upp under en period av ca 2 år till decimeterstora smolt, innan utsättning sker. Sverige sätter årligen ut ca 2,5 miljoner laxsmolt. Dessa utsättningar utgör grunden för laxbeståndet i Östersjön.

Under 1960-talet påbörjades kassodling av regnbåge — en gren av fiskodlingen som överflyglade dammodlingen under slutet på 1970-talet (fig. 5). Numera produceras 2 000 ton konsumtionsfisk i kassar (1981). Dessutom förekommer experimentodling av lax i kassar sedan ett par år.



Figur 5. Den nya tekniken med kassodlingar blir allt vanligare i jämförelse med dammodlingar.

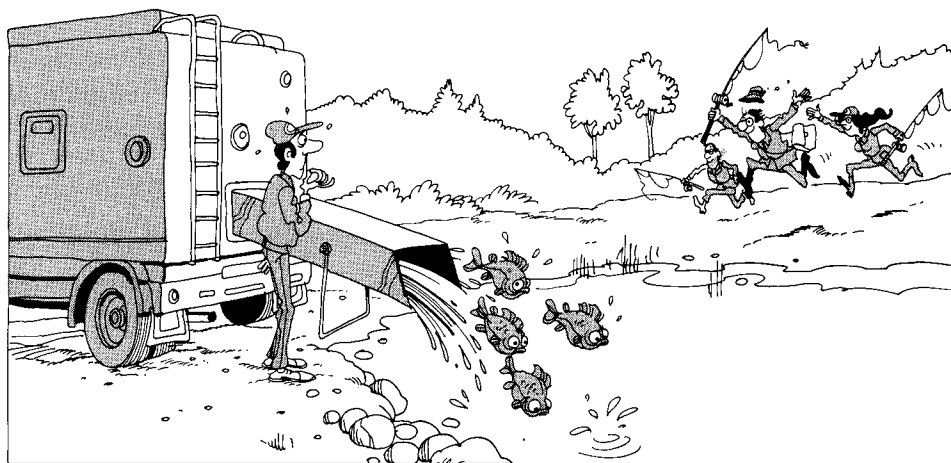
I början på 1970-talet påbörjades experimentodling av blåmusslor på svenska västkusten. Ett tekniskt utvecklingsarbete av odlings- och skördeteknik har sedan dess pågått. Numera är musselodlingen etablerad kommersiellt med en växande produktion. Under säsongen 1981/82 skördades ca 500 ton. Den förväntade skörden för 1982/83 är 1 500 ton och för 1983/84 2 300 ton.

I slutet av 1970-talet började man odla ål i Sverige. Odlingstekniken avser både produktion av sättål för utsättning och produktion för konsumtion.

Sedan många år tillbaka har flodkräftan odlats i liten skala. I och med införandet av den amerikanska signalkräftan år 1960 vilken är resistent mot kräftpesten, har odlingarna ökat, dock relativt långsamt. Sättkräfter har inplanterats i vildvatten och stor produktion finns bl a i Jönköpings län. Även intensivproduktion i dammar förekommer.

Under de senaste åren har flera stora företag börjat satsa inom vattenbruk. Ett bolag har satsat på ålodling. Ett annat företag har stora planer på att odla en serie arter i utgående kylvatten från ett kraftverk för att utnyttja värmen. Råkan *Macrobrachium*, signalkräfta, piggvar och regnbåge kan utnyttja olika delar av en varmvattensgradient. Ytterligare ett stort företag med internationell anknytning etablerar sig nu som laxodlare.

Vattenbrukets betydelse för sport- och yrkesfisket i Sverige är allmänt omvittnad. Sedan länge vidtas omfattande fiskevårdande åtgärder. För att förstärka fiskbeståndet i sjöar och i kustområden odlas mer än 10 arter av fisk. Dessutom odlas fisk i kompensationsodlingar för utsättningar, där de naturliga lekplatserna inte längre kan utnyttjas av fisken.

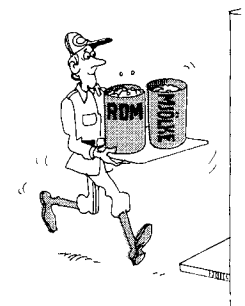


Figur 6. Vattenbruket har stor betydelse för sportfisket.

För yrkesfisket är...
är produktion av re...
viktigast (fig. 6). På...
arbete inom avelsm...
för fritids- och yrk...
form av olika fisks...
tusenden (fig. 7).

Sedd mot bakgrund...
naturligt att fråga...
mot de krav som k...
nas i stort sett i Sve...
på resurser.

Erfarenheter från...
lämpas i produktion...
ser visar musselodl...
der om Örnsköldsv...
år efter det att fors...
startats på såväl de



Figur 7. Genom indu...
fisk utrotats eller på...
gar av "genpooler" o...
och andra akvatiska

musslor på svenska
 örddeteknik har sedan
 1950-talet utvecklat sig
 allt med en växande
 omfattning. Den förväntade skör-

tekniken avser både
 odlingsmetoderna och
 utrustningen.

och med införandet
 av artificiella odlings-
 metoder mot kräftpesten,
 som inplanterats i vild-
 naturmiljöer för intensivproduktion i

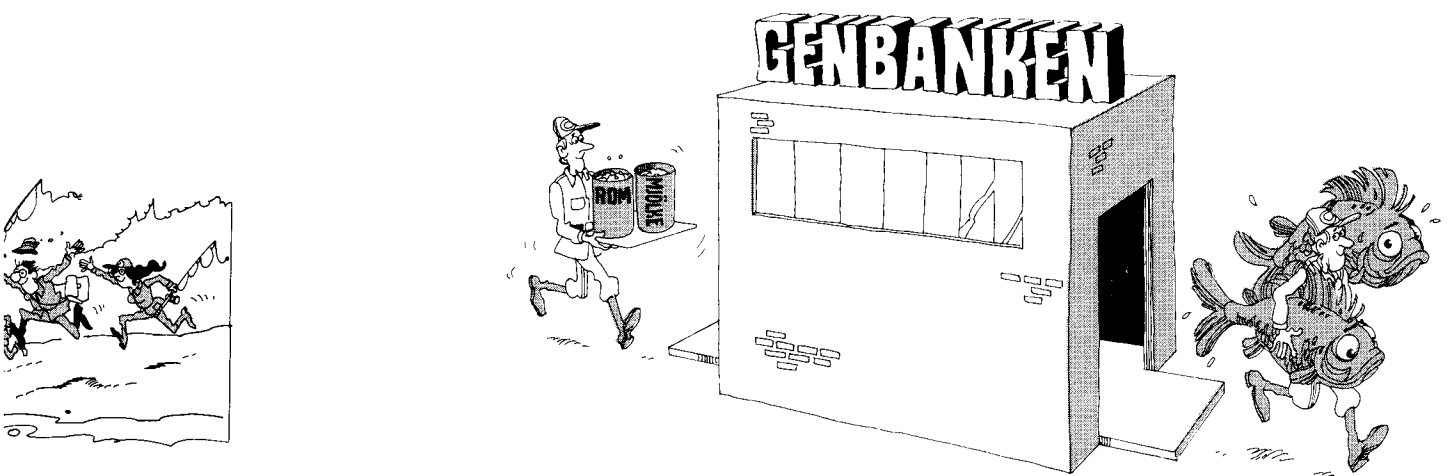
inom vattenbruk. Ett
 exempel är på att odla en serie
 fiskerier. Råkan Mac-
 ja är en av de olika delar av en
 nationell anknytning

allmänt omvittnad.
 Detta förstärker fiskbe-
 ståndet. Dessutom odlas
 fisk i de olika lekplatserna inte

För yrkesfisket är utplanteringen av lax, öring och ål viktigast. För fritidsfisket är produktion av regnbåge, öring, bäckröding, röding och harr i sättfiskodlingar viktigast (fig. 6). På lång sikt kan man räkna med att forsknings- och utvecklingsarbete inom avelsmetodik och genbanker kommer att få en mycket stor betydelse för fritids- och yrkesfisket. Vi måste bevara och utveckla den genetiska resurs i form av olika fiskstammar, som utformats genom den naturliga selektionen i årtusenden (fig. 7).

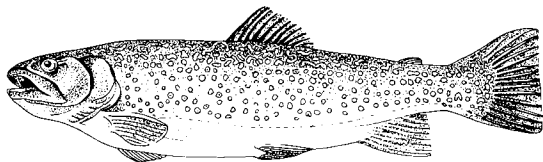
Sedd mot bakgrund av denna rapsodiska beskrivning av svenskt vattenbruk är det naturligt att fråga sig hur utbildning och forskning skall organiseras för att svara mot de krav som kommer att ställas. Utbildning och forskning i vattenbruk saknas i stort sett i Sverige och den forskning som bedrivs karakteriseras bl a av brist på resurser.

Erfarenheter från utlandet visar att satsning på FoU ger resultat som snart tillämpas i produktionsodlingar. Att detsamma är fallet när det gäller svenska insatser visar musselodlingarna på västkusten och kassodling av lax vid Ulvöarna söder om Örnsköldsvik. I det senare fallet har produktionsodlingar startats redan 2 år efter det att forskningen påbörjats. Sålunda har kommersiella matfiskodlingar startats på såväl den svenska som den finska sidan av Bottenhavet.



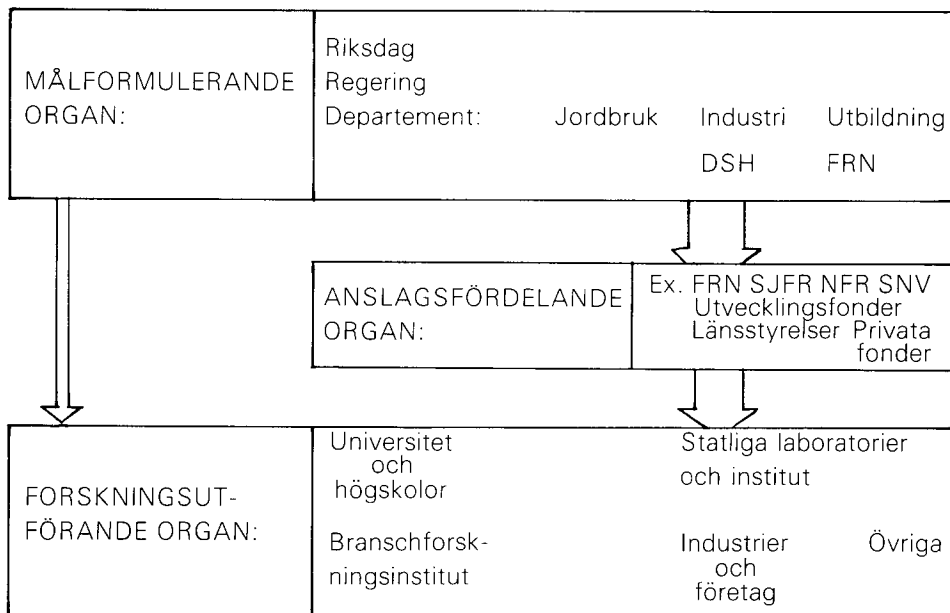
Figur 7. Genom industriell verksamhet, fiske mm har värdefulla stammar eller arter av fisk utrotats eller påverkats negativt. Odling av fisk kommer också att innebära förändringar av "genpooler" om inte åtgärder vidtas. En sådan är inrättande av genbanker för fisk och andra akvatiska organismer.

Forskningsstruktur i Sverige



I figur 8 beskrivs schematiskt den administrativa forskningsstrukturen i Sverige. Högsta ansvaret för forskningens inriktning har riksdagen, regeringen

och departementen. Inom vattenbruksområdet berörs främst jordbruks-, industri- och utbildningsdepartementen. Under industridepartementet sorterar delegationen för samordning av havsresurserna (DSH) och under utbildningsdepartementet forskningsrådsnämnden (FRN). Från dessa *målformulerande eller samordnande organ* fördelas pengar dels via *anslagsfördelnde organ*, dels direkt till *forskningsutförande organ* till forskning.



Figur 8. Administrativ forskningsstruktur i Sverige.

Bland de anslagsfördelnde organ som berör vattenbruk kan nämnas FRN, DSH, statens skogs- och jordbruksforskningsråd (SJFR), statens naturvårdsverk (SNV), naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR), utvecklingsfonder, länsstyrelser och även privata fonder. Dessa bedömer, initierar och utvärderar projekt och ger pengar till forskningsutförande organ.

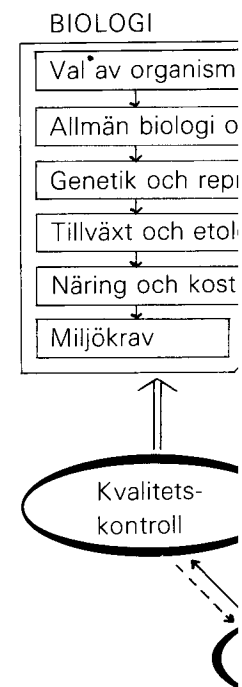
Till de senare hör (SLU), institutioner, institut, t ex statutorier m fl, branschforskning (IVL).

Industrier och företag, ratorium, Unilever forskning själva. Än om styrelsen för 1

Forskning

En effektiv forskning på varandra. Nedan man går tillväga vattenbruk. Bägge med steg för att uppnå

Den första modellen ställts av presidenten



Figur 9. Modell för forskning (Anon. 19...)

Till de senare hör bl a universitet och högskolor, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), institutioner inom biologi, ekonomi, teknik m fl, statliga laboratorier och institut, t ex statens veterinärmedicinska anstalt (SVA), fiskeristyrelsens laboratorier m fl, branschforskningsinstitut som institutet för vatten- och luftvårdsforskning (IVL).

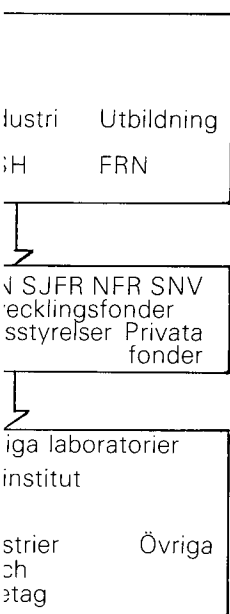
Industrier och företag, t ex Boliden, Sydkraft, Simontorps Akvatiska Avelslaboratorium, Unilever m fl, intar en särställning i och med att de ofta finansierar sin forskning själva. Även de kan givetvis erhålla anslag från statliga organ, t ex genom styrelsen för teknisk utveckling (STU).

Forskningsmodeller

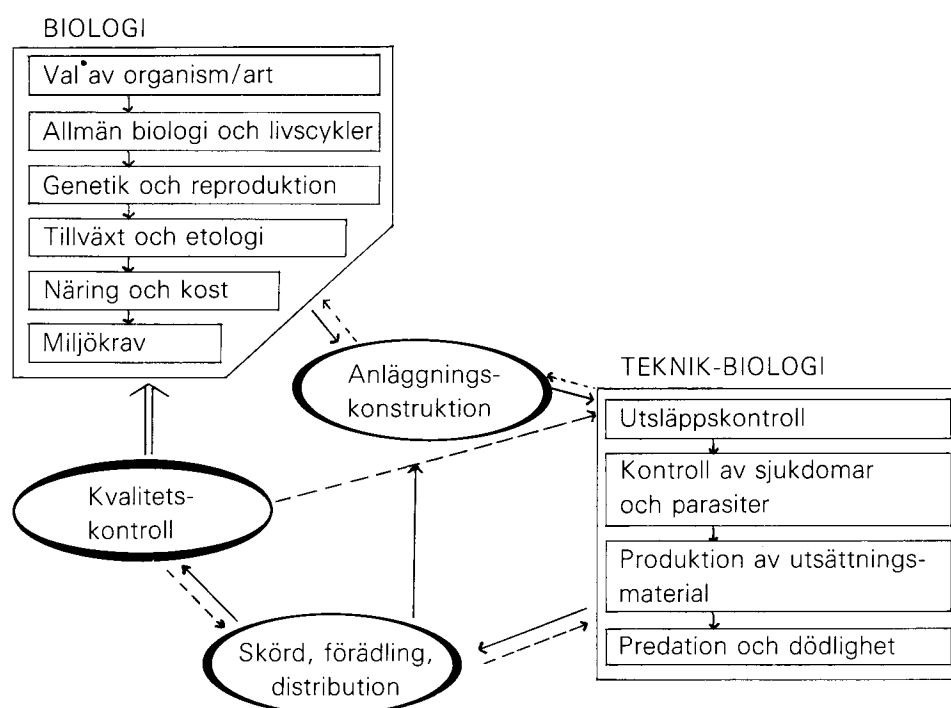
En effektiv forskning kräver ett hänsynstagande till en rad faktorer som inverkar på varandra. Nedan presenteras två sådana modeller som operativt beskriver hur man går tillväga vid lösandet av forskningsuppgifter och utveckling inom vattenbruk. Bägge modellerna består av segment där viss kunskap krävs inom varje steg för att uppnå ett positivt resultat.

Den första modellen är hämtad från National Aquaculture Plan, som sammanställdes av president Carters arbetsgrupp för akvakultur (fig. 9). Den beskriver en

beskrivs schematiskt
strativa forsknings-
Sverige. Högsta an-
forskningens inrikt-
tsdagen, regeringen
jordbruks-, industri-
et sorterar delega-
utbildningsdeparte-
ulerande eller sam-
gan, dels direkt till



nämns FRN, DSH,
vårdsverk (SNV),
; länsstyrelser och
ar projekt och ger



Figur 9. Modell för forskning och utveckling av vattenbruk efter idé från National Aquaculture Plan (Anon. 1981).

rad angelägna forskningsområden inom vattenbruk i USA. Den kan beskrivas som en något mer allmän plan än den andra som bygger på en modell presenterad av Pillay år 1979 (figur 10). De två modellerna har olika angreppssätt för att lösa en forskningsuppgift. Skillnaderna ligger i den ordning som de olika momenten behandlas i. Modellen enligt Pillay kan ses som något mer praktiskt anpassad i de olika stegen.

Den första modellen (fig. 9), som bl a är antagen av National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA), utgår ifrån följande frågeställningar.

1. Val av organism/art. Vilka kan vara lämpliga utifrån de förutsättningar som finns?
2. Studium av allmän biologi och livscyklar.
3. Genetik och reproduktion. Avelsarbete och avelsmetodik, vilka prestanda är önskvärda? Kan man få arterna att föröka sig i odling?
4. Tillväxt och etologi. Faktorer som påverkar tillväxt, t ex temperatur, födoval, revirbeteende, aggressivitet.
5. Näring och kost. Energiomsättning hos organismerna, lämpligt foder.
6. Miljökrav. Vattenkvalitet, temperatur, ljusregim.
7. Anläggningskonstruktion. Vilka speciella krav har organismen, hur förhåller sig dessa krav gentemot kravet på ekonomi?
8. Utsläppskontroll. Hur ska restprodukter och exkrementer renas, minimera risker för spridning av sjukdomar?
9. Kontroll av sjukdomar och parasiter. Möjligheter att isolera och behandla sjukdomsutbrott.
10. Produktion av utsättningsmaterial. Reproduktionsproblem, effektivaste metoder att snabbt nå utsättningsstorlek, kapacitet.
11. Predation och dödlighet. Besättningstätheter, integrerade vattenbruk.
12. Skörd, förädling och distribution. Kvalitetsförsämringar i vissa led, tidpunkter för skörd och försäljning, färsk, fryst, konserverad, lagringstider.
13. Kvalitetskontroll av produkt. Standardiserade metoder för kontroll av kvalitet, t ex lagringskänslighet.

Den andra modellen
10). Den lägger stö-

1. Val av organis-
2. Val av plats för hydrologiska, r
3. Utformning oc lingsinstallatio
4. Reproduktion i lighet.
5. Val av rätt be för bästa produ
6. Näring, foder föda. Framstäl. Utformning a koefficient och
7. Kontroll av o återanvändnin etc.
8. Diagnosticerin uppträdande i organismer et
9. Predatorer och
10. Genetik för ut dighet, sjukdo
11. Bio-energetik skördetid och
12. Skördemetode
13. Försäljning av
14. Ekonomi, innu systemets eko Användning a variabler och

Forskning

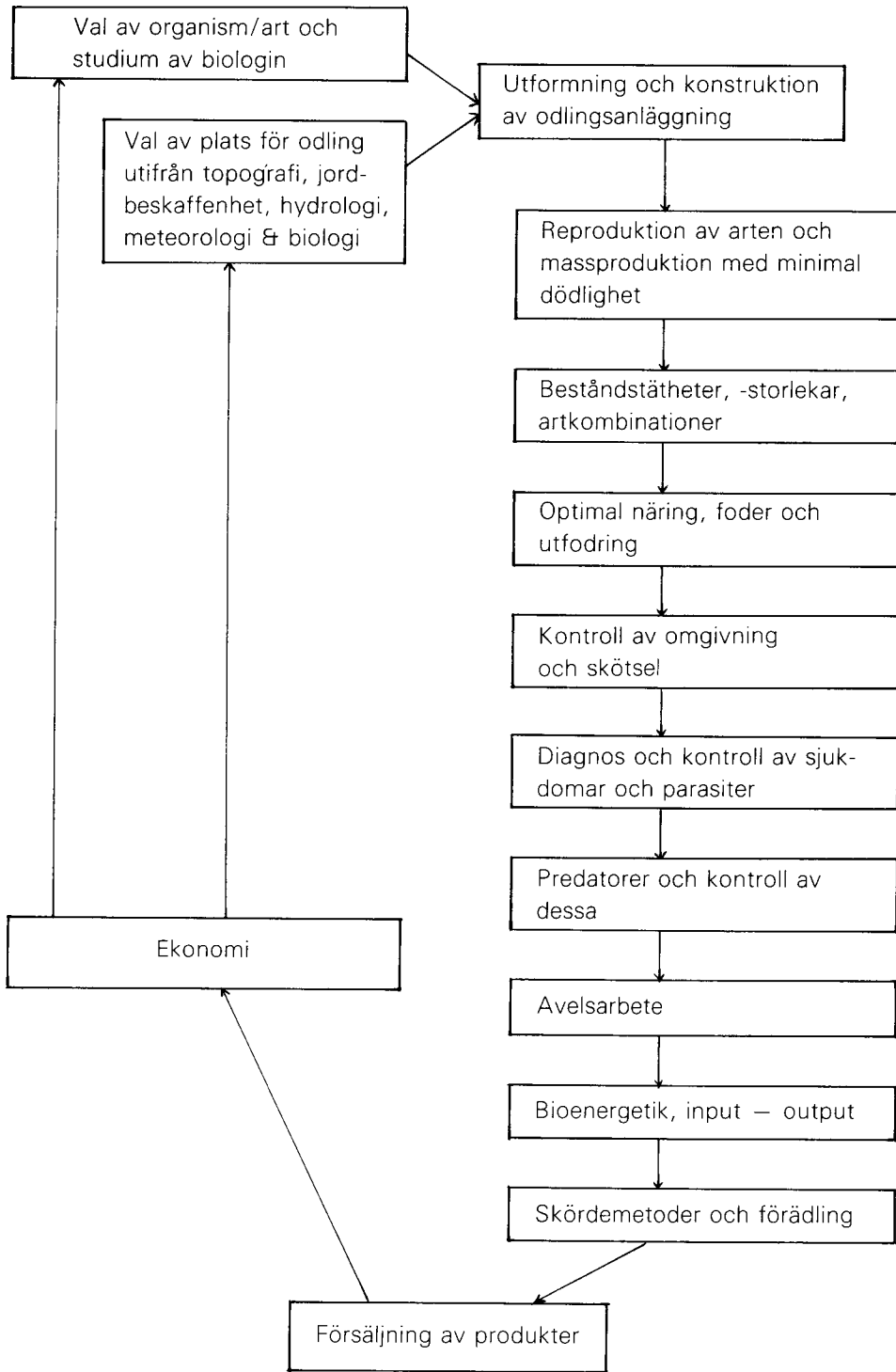
När målet för fors
Pillay (1979) kan t
på de resurser ma

Den andra modellen, presenterad av Pillay, föreslår följande forskningssteg (fig. 10). Den lägger större vikt vid den praktiska delen av odlingsverksamheten.

1. Val av organism/art och studium av dess biologi.
2. Val av plats för odling med utgångspunkt från topografi och berggrund samt hydrologiska, meteorologiska och biologiska förhållanden.
3. Utformning och konstruktion av odlingsanläggning, inklusive kläckeri, odlingsinstallationer och redskap.
4. Reproduktion av arten och massproduktion av avkomma med minimal dödlighet.
5. Val av rätt beståndstäthet och kombinationer av arter samt storleksklasser för bästa produktion.
6. Näring, foder och utfodring, inkluderande massframställning av naturlig föda. Framställning av lämpligt artificiellt foder för att möta näringskrav. Utformning av de rätta utfodringsmetoderna för att erhålla lägsta foderkoefficient och största avkastning.
7. Kontroll av omgivningsförhållanden och skötsel av odlingar innefattande återanvändning av vatten, bibehållande av optimal temperatur, syreinhåll etc.
8. Diagnostisering och kontroll av sjukdomar inklusive faktorer ansvariga för uppträdande av sjukdomar, t ex stress, förorening av sjukdomsalstrande organismer etc.
9. Predatorer och kontroll av dessa.
10. Genetik för utvecklande av stammar med önskvärda kvaliteter som t ex hårdighet, sjukdomsresistans och förbättrad födoämnesomvandling.
11. Bio-energetik för att bestämma optimal ålder eller storlek för att uppnå bästa skördetid och bästa födoutnyttjande. Utvärdering av produktionsmetoder.
12. Skördemetoder och metoder/tekniker efter skörd.
13. Försäljning av produkterna.
14. Ekonomi, innefattande jämförelser med andra produktionsmetoder och hela systemets ekonomi. Optimering av verksamhetens storlek och konstruktion. Användning av tillämpbara modeller för att bestämma förhållandet mellan variabler och deras värde inom varje enskild teknologi.

Forskningsnivåer

När målet för forskningen är bestämt kan man fråga sig: Hur når man dit? Enligt Pillay (1979) kan forskningsuppgiften lösas på 4 olika forskningsnivåer beroende på de resurser man har till förfogande och tidigare kunskaper (fig. 11).



Figur 10. Modell för forskning och utveckling av vattenbruk efter idé från Pillay (1979).

Figur 11. Valet av fo

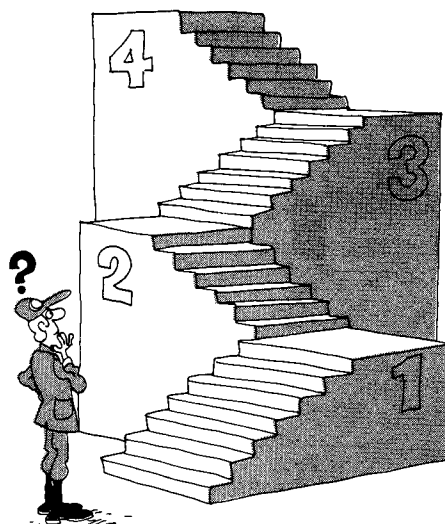
1. Enkel forskning
2. Observationer
3. Grundläggande
4. Forskning rörande

Detta är en schematiskt bedrivna. Som vanligt omdisponeringar.

När man omsätter den ingår, kan figuren schemat, som ovan

Tiden för utveckling faktorerna biologiska, skall bedrivna på. (skall förverkligas, Kan resultatet bli de till investeringar

konstruktion ning
av arten och on med minimal
ter, -storlekar, ner
g, foder och
ngivning
kontroll av sjuk- rasiter
n kontroll av
input – output
r och förädling



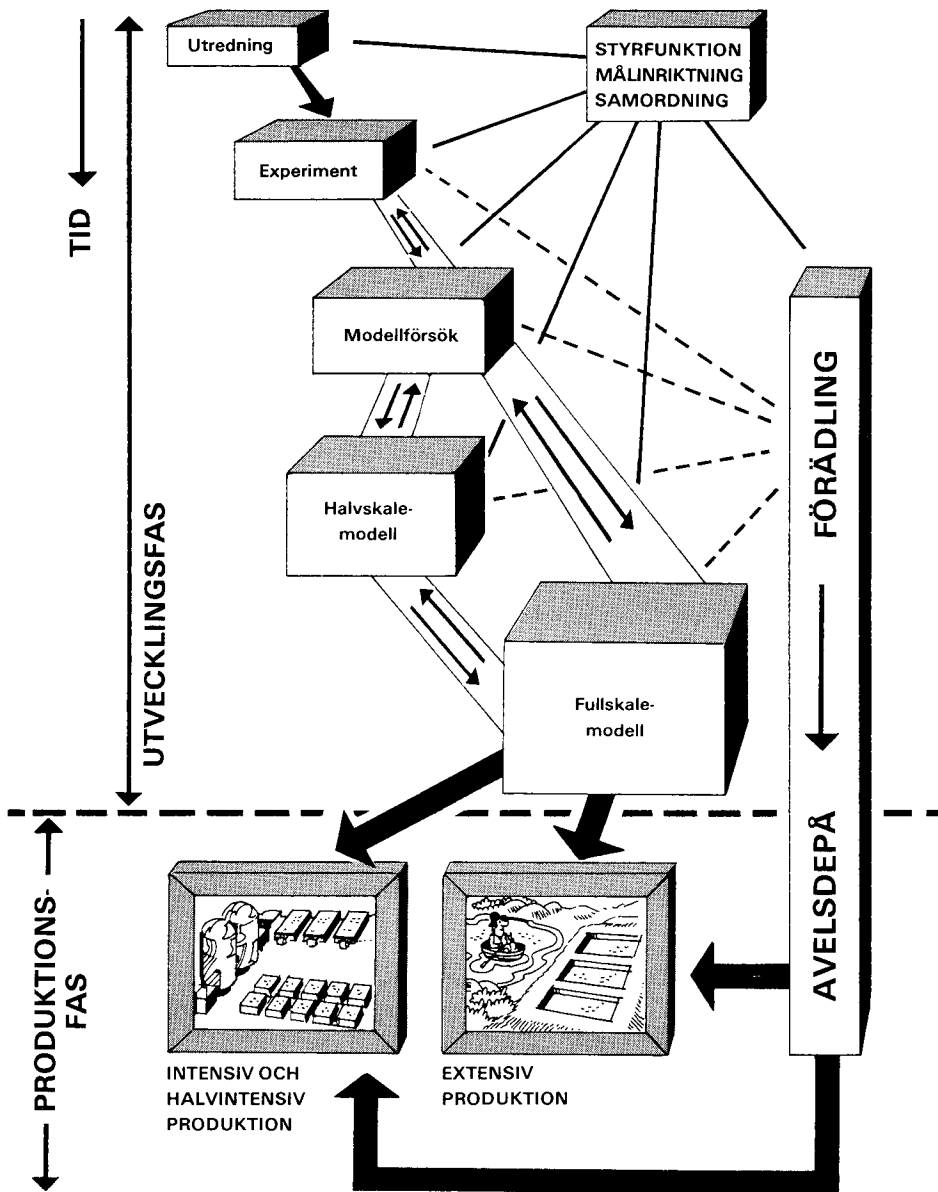
Figur 11. Valet av forskningsnivå bestäms av resurser och tidigare kunskaper.

1. Enkel forskning och utnyttjande av kända principer. Dra slutsatser och ge råd för att lösa vattenbrukarens akuta problem, t ex om besättningstätheter, gödning av dammar etc.
2. Observationer och experiment för att bestämma varför vissa metoder är bättre än andra.
3. Grundläggande fysiologiska och kemiska orsaker till vissa fenomen, t ex sjukdomsresistens.
4. Forskning rörande grundläggande bio-/eko-, etologiska fakta; t ex reproduktionsbiologi, utvecklandet av toxiska substanser i vissa organismer etc.

Detta är en schematiserad framställning av hur forskning inom vattenbruk kan bedrivas. Som vanligt kommer dock praktiken att framtvinga förändringar och omdisponeringar.

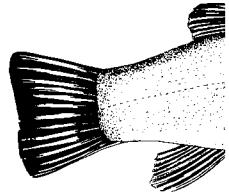
När man omsätter det tidigare nämnda till en modell över utförandet där även tiden ingår, kan figur 12 illustrera förloppet. Inom boxarna kommer det teoretiska schemat, som ovan presenterats, att genomlöpas under allt mer ökad komplexitet.

Tiden för utvecklingsfasen kommer att variera beroende på de tre grundläggande faktorerna biologi, teknik och ekonomi samt vilken eller vilka nivåer forskningen skall bedrivas på. Ofta torde ekonomin vara den avgörande faktorn om ett projekt skall förverkligas, d v s kommer att löpa från utvecklingsfas till produktionsfas. Kan resultatet bli en produktionsmetod som ger en rimlig avkastning i förhållande till investeringar?



Figur 12. Schematisk framställning av den etappvisa utvecklingen av intensiv och halvintensiv odling. Varje ny etapp är återkopplad till den föregående för justering och förnyade försök i mindre skala. Man ser sammanhang mellan de olika odlingstyperna och forsknings- och utvecklingsverksamheten (från Anon. f, 1982).

Forskningsbehov



statliga och halvstatliga, är biologiska i

Kompetens

Svaren visar att alla på resurser har för att behovet av resurser en ökad samordning

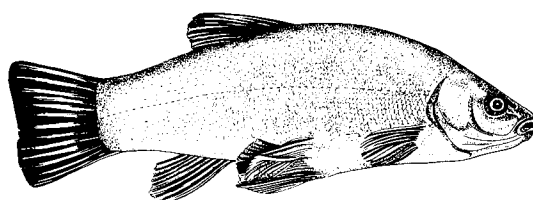
I tabell 4 presenteras den, som framkommer beskrivs i figur 2.

Tabell 4. Översiktlig som framkom i enkät

Ekologi:

Fysiologi:

Forskning och forskningsbehov i Sverige



För att erhålla en överblick över forskningsbehovet och kompetens inom vattenbruk, främst inom områdena biologi, teknik och ekonomi, utsändes en enkät till samtliga universitet, högskolor samt

statliga och halvstatliga institutioner. Majoriteten av dem, som svarat på enkäten, är biologiska institutioner.

Kompetens

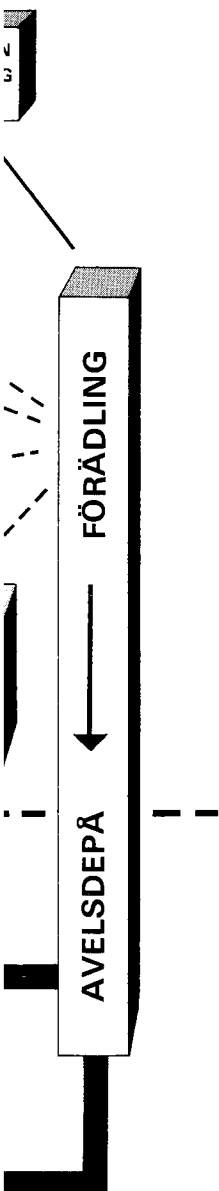
Svaren visar att allmän kompetens finns inom ett stort antal områden, men brist på resurser har försvårat att utnyttja den på ett effektivt sätt. Svaren vittnar om att behovet av resursförstärkning inom respektive specialområde är stort samt att en ökad samordning av forsknings- och utvecklingsarbetet behövs.

I tabell 4 presenteras en översiktlig sammanställning av några kompetensområden, som framkom i enkäten. Dessa representerar i stort sett alla de områden som beskrivs i figur 2.

Tabell 4. Översiktlig redovisning av några viktiga kompetensområden inom vattenbruk, som framkom i enkätsvaren från universitet, högskolor och andra institutioner.

Biologi

Ekologi:	Systemekologi Kräftdjurs anpassningar till marin miljö Livsstrategier och kritiska perioder Allmän fiskeribiologi
Fysiologi:	Miljöstörningar och fiskars embryonalutveckling Omgivningsanpassning vid miljöförändringar Nervfysiologi Fysiologiska processer i anaeroba miljöer Algfysiologi: tungmetallpåverkan, ljus- och temperaturadaptation



intensiv och halvin-
stering och förnyade
berna och forsknings-

Etologi:	Allmän etologi Parbildning Aggressiva beteenden och slagsmålsstrategier
Reproduktion:	Karpfiskar Kräftor Settling hos musslor Miljöstörningar och fiskars embryonalutveckling
Avelsarbete:	Populationsgenetiska inventeringar av olika laxfiskar Avelsprogram för laxfisk m fl arter
Näringsfysiologi:	Foder och utfodring främst avsedd för laxfiskar Mikroenkapsulering av fiskfoder för mycket små larver
Patologi:	Protozoosjukdomar Diagnostik och rådgivning Parasitologi Toxikologi

Teknik — Biologi

Vattentillgång:	Geologi Hydrologi Vattenkemi
Pumpsteknik:	Pumpning av sedimenterat material Recirkulerande system
Vattenrening:	Renvattenteknik, rening i kallt klimat Utbytesprocesser mellan sediment och bottenvatten Membranteknik vid vattenrening
Temperaturkontroll:	Prognosmetodik Reglerteknik
Luftteknik:	Recirkulerande system
Odlingskärl:	Odling av musslor, hummer, fisk Utformning av odlingsanläggningar (generellt)
Foderteknik:	Foder och utfodring Fiskfoder från avfall Mikroenkapsulering av fiskfoder
Integrering med andra näringar:	Tillvaratagande av uppvärmt spillvatten Jordbruk Industri Vattentäkter främst avsedda för andra ändamål

Vattenkostnader:
Energikostnader:
Foderkostnader:
Materialkostnader:
Arbetskostnader:
Investeringskostnader:

Produktionsmetoder
kostnader:

Distribution:

Försäljning:
Kostvanor:
Social och kulturell tradition:
Subventioner:

Angelägn

Förslag i en

Enkäten gav ca 95 veckling för svenska försök till stora viljar om den goda viljar förslag kan dessut denna typ täcks o

Att redogöra för o omöjligt att på b forskning och utv ring av projekten, för enkätsvaren ä En sådan skulle k ständigt som i ett

Teknik — Ekonomi

strategier	Vattenkostnader:	
	Energikostnader:	Ej känt om särskilda projekt pågår. Dock finns en generell kunskap och kompetens
	Foderkostnader:	inom området bl a grundat på erfarenheter
	Materialkostnader:	från närliggande forskningsprojekt
utveckling	Arbetskostnader:	
av olika laxfiskar	Investeringskostnader:	

Marknad — Ekonomi

er laxfiskar	Produktionsmetoder/	Lönsamhetsberäkning för konservindustrin
nycket små larver	kostnader:	Svenskt fiskes ekonomi
		Fisket som basnäring och konsekvenser för människors bosättning
	Distribution:	Förpackning och distribution
		Mikroflora på färsk och lagrad fisk
	Försäljning:	
	Kostvanor:	
	Social och kulturell tradition:	Framgår ej av enkäten
	Subventioner:	

Angelägna forskningsområden**Förslag i enkäten**

Enkäten gav ca 95 svar på frågan om angelägna områden inom forskning och utveckling för svenskt vattenbruk (Tabell 5). Förslagen varierade från små enkla försök till stora vittomfattande undersökningar. Vissa av förslagen vittnar mer om den goda viljan än om en verklig kunskap om vad som sker inom fältet. Många förslag kan dessutom sammanföras inom mer överordnade projekt. De flesta av denna typ täcks också in i det schema som presenteras i figur 2.

Att redogöra för de enskilda förslagen skulle föra alltför långt. Det är dessutom omöjligt att på basis av enkäten göra uppskattningar av resursbehovet inom forskning och utveckling. För detta krävs noggrannare genomgång och precisering av projekten, inte minst vad gäller den administrativa sidan. Genomgående för enkätsvaren är dock förslaget på en tvärvetenskaplig vattenbruksinstitution. En sådan skulle bedriva verksamhet inom de föreslagna områdena, såväl självständigt som i ett utvecklat samarbete med andra institutioner.

Tabell 5. Exempel på viktiga områden inom forskning och utveckling inom vattenbruk, som framkom i enkätsvaren från universitet, högskolor och andra institutioner.

Kemi/geokemi/geolog

Etologi:	Aggressiva beteenden Parbildning Reproduktionsbiologi Vandringar Födointagsmönster "Life history traits"	Vattenteknik:
Fysiologi:	Tillväxtoptimering Styrning och manipulation av tillväxt, smoltifiering och könsognadsprocesser Näringsforskning Könsdifferentiering Utredande av optimala betingelser för förvaring av vattenlevande djur Fysiologiska metoder för konditionsbedömning Miljöfaktorerens begränsande inverkan Övervintring	Foder- och produktteknik: Energi/ekonomi:
Genetik:	Avelsarbete och avelsmetodik Steril produktionsfisk Screening av lämpliga arter (botanik) Växtförädling	Juridik:
Patologi:	Växt- och djursjukdomar — allmänt och speciellt	
Toxikologi:	Toxiska ämnen och deras ackumulering i olika organismer Identifiering av toxiska effekter av vattenburna föroreningar Akvatisk toxikologi Ackumulering av gifter i musslor	Ekonomi/marknad:
Odling:	Specialisering av öppna odlingssystem Utveckling av recirkulerande odlingssystem Polykulturer Integrerade system med tillvaratagande av restprodukter Integrerade akvakulturer — t ex mikroalger — musslor Extensiva integrerade odlingssystem i marin miljö Dinoflagellatblomningars inverkan på mussel- och fiskodlingar	Kulturgeografi/ sociologi: Redskap: Tvärvetenskap: Övrigt:
Miljöeffekter:	Närsaltinteraktioner med sediment Vattenkvalitet och miljöeffekter Balansering av störda vatten genom riktad fiskproduktion Exkretionsprodukter från musselodlingar	

ng inom vattenbruk, som
titutioner.

xt, smoltifiering

ör förvaring av

bedömning

1

0)

och speciellt

ing i olika

vattenburna

m

system

ide av restprodukter

roalger — musslor

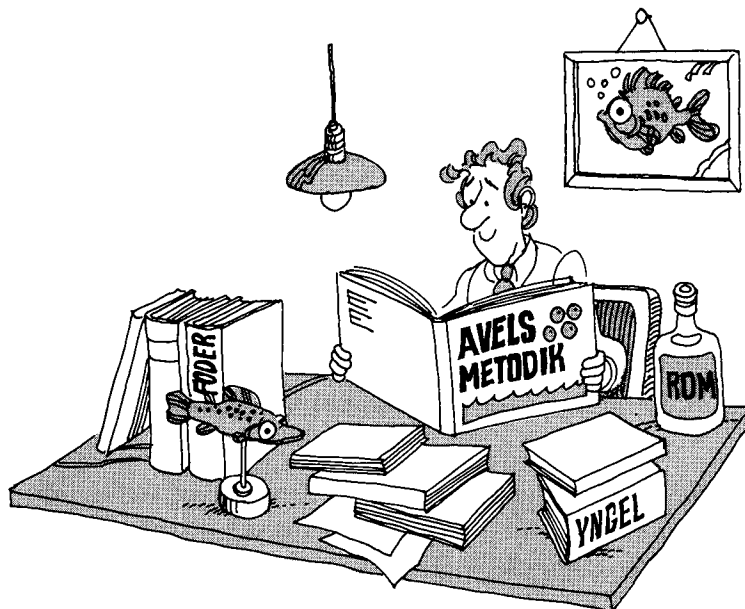
i marin miljö

å mussel- och

riktad fisk-

ngar

Kemi/geokemi/geologi:	Kemiska ämnens förekomst i naturliga vatten Modellberäkningar på bio- och geokemiska processer Mätning och registrering av kemiska parametrar i naturliga vatten Redox- och pH-processer i olika vattenmiljöer
Vattenteknik:	Reningsteknik för vatten till och från odlingar Teknisk vattenhantering Prognosmetodik för vattentemperatur Strömningslära Pumpteknik (även vid utfodring) Is (olika delar av landet, isreducerande åtgärder) Oceanografiska undersökningar
Foder- och produktteknik:	Foderberedning, -sammansättning, -utformning Teknik för odling, lagring och distribution av färska produkter
Energi/ekonomi:	Energi och ekonomi jämfört med traditionellt fiske Resursmaximering Energetik
Juridik:	Vattenkonflikter inom vattenbruk Miljö- och resursexploatering Rättslig reglering och kontroll av användningen av resurserna i vattensystem för olika ändamål
Ekonomi/marknad:	Marknadsmässiga villkor Lokalisering av vattenbruk, förädlingsanläggningar och distribution av produkter Yrkesfiske kontra vattenbruksproduktion Sysselsättning och regional ekonomi Optimalt utnyttjande — ekonomi — lönsamhet Ekonomi (input — output)
Kulturgeografi/ sociologi:	Sysselsättningseffekter
Redskap:	Båtbyggnad Anläggningskonstruktion
Tvårvetenskap:	Systemanalyser — naturliga ekosystem — odling
Övrigt:	Spärr mot byråkrati



Figur 13. Ett gediget kunnande förutsätter god litteraturkännedom.

Förslag från arbetsgrupperna

I de olika arbetsgruppernas rapporter har redovisats det akuta forskningsbehovet och den angelägna långsiktiga forskningen. I vissa fall har en prioritering av forskningen skett efter angelägenhetsgrad.

Forskningsbehovet inom avelsmetodik finns redovisat i rapporten "Fiskevård och Fiskodling — Vattenbrukets avelsmetodik" på sidorna 60—62. Motsvarande behov vad beträffar fisksjukdomar återfinns i rapporten "Pigg som en Mört — Vattenbrukets hälso- och sjukdomsfrågor" på sidorna 57—59. Forskningsbehovet inom kräftdjursodling har redovisats på sidorna 47—62 i rapporten "Kräftor eller Råkor — Vattenbrukets kräftdjur". Motsvarande forskningsbehov för miljöeffekter av vattenbruk återges på sidorna 50—55 i rapporten "Som Fisken i Vattnet — Vattenbrukets miljöfrågor". Forskningsbehov inom odlingsteknik kommer att framgå av rapporten "Fiskodling och teknik — Vattenbrukets tekniska möjligheter".

Givetvis har inte forskningsbehovet, som spänner över ett stort tvärvetenskapligt område, redovisats fullständigt.

Två viktiga områden saknas helt i rapporterna, nämligen näringsfysiologi och odlingsteknik för marina alger, eftersom detta faller utanför ramen för de tillsatta arbetsgruppernas ansvarsområden. Därför lämnas här några exempel på angelägna forskningsuppgifter inom dessa områden.

Näringsfysiologi

Nedanstående avsnitt avser på exempelvis forskning av Cedrins, son, B. & Cedrins, energi- och proteinringsteknologi.

Foderkonvertering

Fiskodling skiljer sig från andra djurslag i att den med varmblodighet och dessa djurslags fysiska kapacitet har en betydande betydelse. Av ännu större betydelse är att fiskarna är växelvärdar och tillväxten blir starkt beroende av omsättningskapacitet.

Nämnda förhållanden innebär ett tydligt större spännvidd i produktionen. I en viss mån kan fisk kan i gynnsam

Eftersom fodret utgör en stor del av produktionen, är det av största vikt. Härvid är frågeställningen av stort intresse att

Var står svensk fiskodling?

Svensk statlig forskning har varit begränsad. Detta är beklagligt eftersom produktionen för fiskodling i ett stort område sker till stora delar i små företag. Fodermedel som halvtorra (semi-mo) och fiskodlingsföretag som har en hög mansättning och utvecklingsarbete som genomförs eller planeras. Produktionen ligger idag i ett stort område. Härvid borde va bygga på forskningens resultat och att utveckla produktionsstrukturen och att utveckla olika länder att ma

Näringsfysiologi

Nedanstående avsnitt är sammanställt av Bengt Larsson och hämtat från Larsson, B. & Cedrins, R. (1979). Det behandlar angelägna forskningsuppgifter vid energi- och proteinomsättningen hos fisk i relation till olika fodertyper och utfodringsteknologi.

Foderkonvertering

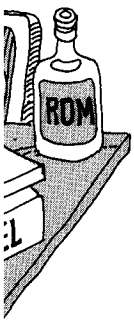
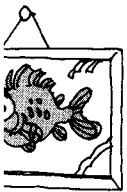
Fiskodling skiljer sig i flera avseenden från den traditionella animalieproduktionen med varmblodiga djur, vilket beror på fundamentala olikheter mellan dessa djurslags fysiologiska förutsättningar. Sålunda kännetecknas fisken av att den har en betydande tillväxtpotential även efter det att den uppnått könsnognad. Av ännu större betydelse för fiskodling som animalieproduktionsgren är dock att fiskarna är växelvarma djur, vilket har till följd att livsprocesserna och därmed tillväxten blir starkt beroende av omgivningstemperaturen. Foderintag och foderomsättningskapacitet är i mycket hög grad beroende av vattentemperaturen.

Nämnda förhållanden gör att de biologiska och ekonomiska resultaten får en betydligt större spännvidd än i den konventionella, jordbruksförankrade animalieproduktionen. I en effektiv fiskodling kan foderkonverteringen nedbringas till omkring 1,0 under den för slaktkycklingar aktuella. Foderbehovet för produktion av ett kg fisk kan i gynnsamma fall nedbringas till ca 1,0 kg.

Eftersom fodret utgör den största enskilda kostnadsposten (40—50%) inom fiskproduktionen, är det viktigt att detta delområde ges möjligheter till utveckling. Härvid är frågeställningar av såväl grundläggande som mera tillämpad karaktär av stort intresse att bearbeta.

Var står svensk fiskfoderforskning?

Svensk statlig forskning på fiskfoderområdet är idag av mycket liten omfattning. Detta är beklagligt, då som tidigare nämnts foderkostnaden är den största utgiftsposten för fiskodlingen. Det utvecklingsarbete som bedrivs i landet inom detta område sker till stor del inom fodermedelsföretagen och inom några fiskodlingsföretag. Fodermedelsfirmorna är mest intresserade av att utveckla de torra och halvtorra (semi-moist) fodermedlen samt utfodringsteknik för dessa, medan de fiskodlingsföretag som bedriver utvecklingsarbete är inriktade på våtfodrets sammansättning och utfodring. Den statliga forskningen har mycket knappa resurser för utvecklingsarbete inom fiskodlingsområdet, och de fåtaliga undersökningar som genomförts eller som genomförs på fiskområdet inskränker sig till rena produktionsstudier över de på marknaden förekommande fiskfodermedlen. Något mera grundläggande forskningsarbete bedrivs knappast alls inom landet. Forskningen ligger idag långt efter de kommersiella företagens utvecklingsarbete. Förhållandet borde vara det motsatta, d v s foderindustrins utvecklingsarbete borde bygga på forskningens resultat. Visserligen är en del av de utländska forskningsresultaten också användbara för den svenska matfiskproduktionen, men produktionsstrukturen och produktionsbetingelserna är dock så pass varierande mellan olika länder att man inte helt kan förlita sig på andra länders utvecklingsarbete.



forskningsbehovet
en prioritering av

ten "Fiskevård och
2. Motsvarande be-
om en Mört — Vat-
skningsbehovet in-
rten "Kräftor eller
hov för miljöeffek-
Fisken i Vattnet —
teknik kommer att
tekniska möjlighe-

tvärvetenskapligt

ningsfysiologi och
men för de tillsat-
t exempel på ange-

Svenska forskningsåtgärder bör därför snarast sättas in i syfte att utveckla fiskfodermedel och utfodringsrutiner, vilka leder till en optimal produktion, både kvalitativt och kvantitativt sett, med minsta möjliga foderförbrukning och till lägsta möjliga produktionskostnad. Samtidigt bör föroreningarna i vattnet hållas på en så låg nivå som möjligt.

Forskningsbehov

Problemområdena när det gäller fiskens utfodring och fiskfodermedlen kan delas in i två huvudgrupper, där den ena gruppen berör de mera grundläggande frågorna och där den andra tar upp tillämpade frågeställningar. Nedan följer en redovisning av angelägna huvudprojekt inom respektive grupp.

För den framåtsyftande utvecklingen krävs grundläggande kunskaper över fiskens (främst den laxartade fiskens) energi- och proteinomsättningsförhållanden i relation till varierande miljöbetingelser. I första hand är vattentemperaturen intressant som variationsfaktor. Grundläggande forskning beträffande fiskens ämnesomsättningsförhållanden bedrivs endast vid ett fåtal forskningsstationer i världen. På sikt kan också sådana här grundläggande undersökningar bli aktuella för andra arter än de laxartade. Vilka arter det kan komma att gälla beror till stor del på vilken inriktning matfiskodlingen får i framtiden och på vilket utvecklingsarbete (odlingstekniskt och avelsmässigt) som kommer att bedrivas inom fiskodlingens område. Följande huvudprojekt är i första hand intressanta för den grundläggande forskningen rörande utfodringen och fiskfodermedlen.

1. Energiomsättningens beroende av fiskart, fiskstorlek och yttre förhållanden såsom vattentemperatur.
2. Proteinomsättningen i relation till fiskart, fiskstorlek och yttre förhållande såsom vattentemperatur.
3. Energi — proteinbalans ur mera grundläggande aspekter, där inverkan av art, storlek och vattentemperatur belyses.

Inom forskning av mera tillämpad karaktär kan nämnas frågor rörande optimering av i första hand energi- och proteintillförseln vid olika produktionsinriktningar. Sådana undersökningar blir i första hand aktuella för den laxartade fisken, men som nämnts ovan kan på sikt andra arter (t ex varmvattenfiskarna) bli föremål för liknande studier. Avsikten är att få en bättre uppfattning om fiskens näringsbehov, och man får räkna med att sådana här studier kommer att leda till justeringar i de utfodringsnormer som idag används.

Andra områden som är värda att nämna inom den tillämpade forskningen är fodrets inverkan på den färdiga produktens kvalitet liksom alternativa billigare fodermedel för främst laxartad fisk. Foderteknologin är ett annat område som har stor betydelse för odlingsresultaten och där många frågor fortfarande är olösta. När det gäller själva utfodringstekniken blir många av frågeställningarna där, gemensamma med dem inom området odlingsteknik, och sådana problem bör därför studeras gemensamt i ett större sammanhang, där flera produktionstekniska frå-

gor kan beaktas sammanlagt av störst intresse in

1. Fodersammansättningsriktningar.
2. Foderråvarornas kvalitet.
3. Alternativa foder.
4. Foderteknologi - etc.
5. Utfodringsteknik.

Odlingsteknik

Underlaget till nedan beskrivna odlingstekniker grundas på vecklandet av algodlingar.

Användningen av mikroalger som fodermedel, föda, foderadditiv etc. har under de senaste årtionden varit ett av de mest intressanta områdena, men trots detta har odlingen för att öka skördas. Även om man använder sig av många olika kemikalier för att öka skörden, så är själva tillvarata av algerna ofta stora mängder av dyra näringsämnen (tabell 6). (I rapporten framgår användning av mikroalger i fiskodling, som ett exempel på en lämplig för Sverige).

Tabell 6. Exempel på olika typer av produkter. Odlingstekniker.

Organismer	Produkter
Marina	Kosttillsatser
Makroalger	Ätbara alger
	Alger till foder
	Läkemedel
	Supplement
Mikroalger	Proteintillsatser
	Proteintillsatser
	Foderadditiv
Högre vattenväxter	Biogas
	Gödningsmedel

att utveckla fiskfödo-
produktion, både kvali-
tetsförbättring och till lägsta
kostnader. Detta kan göras på en

dermedlen kan delas
undläggande frågor-
om följer en redovis-

kunskaper över fis-
kingsförhållanden i
temperaturer in-
omfattande fiskens äm-
ningsstationer i
ökningar bli aktuella
t gälla beror till stor
å vilket utvecklings-
drivas inom fiskod-
santa för den grund-
len.

ytte förhållanden

ytte förhållande så-

där inverkan av art,

gor rörande optime-
t produktionsinrikt-
för den laxartade fi-
nvattenfiskarna) bli
fattning om fiskens
kommer att leda till

forskningen är fod-
erativa billigare fo-
mat område som har
rtfarande är olösta.
ällningarna där, ge-
problem bör därför
ktionstekniska frå-

gor kan beaktas samtidigt. Nedan följer en uppräknig av de huvudprojekt som är
av störst intresse inom den tillämpade foder- och utfodringsforskningen.

1. Fodersammansättningar och utfodringsintensiteter vid olika produktionsinriktningar.
2. Foderråvarornas kvalitet och deras inverkan på den färdiga odlingsproduktens kvalitet.
3. Alternativa foderråvaror.
4. Foderteknologi — fodrets struktur, torrsbstanshalt, smaklighet, hållbarhet etc.
5. Utfodringsteknik — rutiner och tekniska system.

Odlingsteknik för alger

Underlaget till nedanstående avsnitt om angelägna forskningsuppgifter för utvecklandet av algodlingstekniker är lämnat av Marianne Pedersen, Uppsala.

Användningen av marina alger som råvara för framställning av kemikalier, läkemedel, föda, foder eller som rening av avloppsvatten har ökat mycket starkt under de senaste årtiondena. Totalt fångas eller skördas 3 miljoner ton alger i världen, men trots detta är det en bristvara. Många länder försöker hitta nya former för odling för att öka avkastningen. För närvarande odlas drygt 70% av alla alger som skördas. Även Sverige, som till 100% är beroende av import av alginater, agar m fl kemikalier, framställda ur alger, borde undersöka möjligheterna för att själva tillvarata alger, antingen i form av algtaukt eller odling. Sverige använder stora mängder av dessa kemikalier i livsmedels-, färg-, läder- och textilindustrin (tabell 6). (I rapporten "Här var'e fisk och skaldjur — Vattenbrukets ekonomi" framgår användningsområdet mer i detalj). Vi borde därför påbörja en systematisk forskning, som ytterst syftar till att utforma en algodlingsteknik, som är lämplig för Sverige.

Tabell 6. Exempel på alger och högre vattenväxters användning för framställning av olika produkter. Odlingsteknik och tänkbara tillämpningar framgår också av tabellen.

Organismer	Produkter	Teknik	Tillämpningar
Marina Makroalger	Konsistensgivare Agar Alginat Läkemedels- substanser	Sprayodling Dammodling	Råvaruproduktion Vattenrening Samodling musslor, ostron, fisk m m
Mikroalger	Protein Pigment Foder	Djupdamms- odlingar Sprayodlingar	Råvaruproduktion Vattenrening
Högre vattenväxter	Biomassa Grödgång	Sprayodling Odling i rännor	Vattenrening Samodling med kräftdjur

Vid odling av alger i större skala (kommersiell skala) blir skörden ett av de kritiska momenten. Här återstår betydande utvecklingsarbete både för *mikro-* och *makroalger*.

Vid odling av mikroalger som suspension skall algerna avskiljas och torkas. För detta har många system testats runt om i världen exempelvis sedimentering, filtrering, frystorkning och centrifugering. Makroalger i dammar eller havsvikar skall insamlas på något smidigt sätt. Ur skördesynpunkt framstår därför sprayodling, dvs algodling på land i vattenmättad atmosfär som överlägsen för *makroalger*. Det är troligt att detsamma gäller för *mikroalger* i spraysystem. Viktigt är också att kunna ta hand om den erhållna biomassan efter skörd så att den blir maximalt användbar i senare led. Möjlighet finns att torka materialet men ur energisynpunkt vore det bättre att kunna lagra det i blöt form. Metodik finns utvecklad för många algararter utomlands.

Olika algarters fysiologi och ekologi

Forskning avseende produktion av algbiomassa innebär bl a att vi måste inrikta oss på grundforskning om lämpliga arter för Sverige och deras fysiologi och ekologi. Försöken bör påbörjas i laboratorieskala för att så småningom övergå i pilotförsök i halv- och helskalemmodell. Nedan ges exempel på nödvändig forskning innan kommersiella odlingsystem utvecklas.

1. Kännedom om optimala betingelser för maximal produktion av det råmaterial, som skall extraheras och omhändertagas ur algerna, med bibehållandet av hög kvalitet hos detta råmaterial.
2. Data på tätheten hos algkulturer, tillväxthastigheter och extraherbara mängder substans i relation till ljus, temperatur, salinitet m fl manipulerbara variabler.
3. Sammansättning och koncentration av näringslösning vid gödning av algerna. Gödning av algkulturer sker för närvarande enligt olika metoder. Vid kontinuerlig tillförsel av näringslösning till vattnet blir påväxt ofta ett problem. Bästa metoden att tillföra gödning måste dock utprovas för varje algart.
4. Kontroll av epifyter.
Vid odling i dammar eller växthus med ingen eller obetydlig vattenrörelse kan stora problem uppstå med kiselalgs- och brunalgs- påväxt. Algekulturens täthet, gödningssättet samt ljusets spektralsammansättning är här av stor betydelse. Likaså spelar vattenrörelsen och näringslösningens sammansättning och koncentration en stor roll. Försök rörande kontroll av epifyter bör företagas i liten skala innan storskaliga odlingar startas.
5. Selektionen av snabbväxande, helst sterila, kloner av olika algararter.

Ett stort antal kloner med avseende på:

- Tillväxthastighet
- Kol/kväve-kvoter
- Kvalitet på och n
- Kontroll av repro
- Kan klonen fås at
- Förvaring av läm
- axenisk odling av
- Hybridisering via

Mikroalgodling

Den teknik som allmänt i skala är utomhusodling kräver inte bara tillräckligt ljus men kan påskyndas genom att ljuset i olika grader är ljuset en faktor för tillväxt med ett mindre djup av vattnet i stora arealer mark. Detta kan ersättas, och saltkoncentrationen

Ett annat problem är att det är svårt för fotosyntesen att fungera i stora skalar. Detta sker oftast genom gasutväxling och diffusionsträckerkan för koldioxid gå i lösning i vattnet.

Ett odlingsförfarande som saknar de nödvändiga

En metod möjlig att använda är att man som ljuskälla använder en värmelampa under omrörning av odlingsvattnet samtidigt rening av vattnet

örden ett av de kriti-
både för *mikro*- och

iljas och torkas. För
s sedimentering, filt-
mar eller havsvikar
står därför sprayod-
rlägsen för *makroal*-
system. Viktigt är
skörd så att den blir
aterialet men ur en-
n. Metodik finns ut-

Ett stort antal kloner av för odling lämpliga algararter bör insamlas och undersökas med avseende på:

- Tillväxthastighet
- Kol/kväve-kvoter
- Kvalitet på och mängd av extraherbar substans.
- Kontroll av reproduktiva stadier.
- Kan klonen fås att fragmentera vid lämplig storlek för erhållandet av småplanter för fortsatt tillväxt?
- Förvaring av lämpliga stamkulturer. Vegetativ förökning av algkloner genom axenisk odling av vävnadskulturer.
- Hybridisering via protoplaster.

att vi måste inrikta
s fysiologi och ekolo-
ngom övergå i pilot-
vändig forskning in-

n av det råmaterial,
ibehållandet av hög

r och extraherbara
m fl manipulerbara

gödsling av algerna.
etoder. Vid kontinu-
a ett problem. Bästa
e algart.

ig vattenrörelse kan
runalgspåväxt. Alg-
sammansättning är
ingslösningens sam-
le kontroll av epify-
tartas.

a algararter.

Mikroalgodling

Den teknik som allmänt används i världen för odling av mikroalger i kommersiell skala är utomhusodling i grunda dammar med solen som ljus och värmekälla. Det kräver inte bara tillfredsställande temperatur utan även ett klimat där metabolismen kan påskyndas av fotosyntetiserande reaktioner. Men även på varma breddgrader är ljuset en begränsande faktor, varför man gör dammarna grunda, oftast med ett mindre djup än 30 cm. För att få en acceptabel dammvolym krävs sålunda stora arealer mark. Från dessa ytor avdunstar stora mängder vatten som måste ersättas, och saltkoncentrationen är hela tiden en faktor som måste kontrolleras.

Ett annat problem är den stora kostnaden för tillsatser av kol till vattnet, nödvändigt för fotosyntesen. Eftersom koldioxid är billigast används den mest. Tillsatsen sker oftast genom gasutsläpp från botten av dammarna. På grund av den korta diffusionssträckan för gasen i de grunda dammarna hinner endast små mängder koldioxid gå i lösning i vattnet innan den förloras i atmosfären.

Ett odlingsförfarande enligt denna metodik är omöjlig på våra breddgrader då vi saknar de nödvändiga klimatförutsättningarna.

En metod möjlig att använda i våra förhållanden är en djup odlingsbehållare där man som ljuskälla har artificiell undervattensbelysning. Koldioxid tillsätts i botten under omrörning och varmvattenspill från industri kan användas för reglering av odlingstemperaturen. Näring kan exempelvis tas från en fiskodling varvid samtidig rening av vatten erhålles.

Fördelarna med metodiken kan sammanfattas enligt följande:

- Den begränsande faktorn kol tillsättes som CO₂ och man får genom den ökade diffusionsvägen och effektivare omrörning ett väsentligt större utbyte.
- Värmeförlusterna hålls på ett minimum genom behållarens kompakta utformning.
- Problemet med saltkoncentrationen undviks genom minimal avdunstning.
- Genom det kompakta formatet kan god kontroll över odlingsbetingelserna erhållas.
- Allt ljus som inte används i fotosyntesen omvandlas i behållaren till värmeenergi på grund av den höga absorptionen.
- Effektiv omrörning kan ske med hjälp av roterande blad.

Konstgödselanvändningen i det moderna jordbruket är en mycket energikrävande hantering. Blågröna alger återfinns både i jordar och vattendrag. De kan med lätthet odlas i stora kvantiteter på laboratoriet. Många trådformiga blågröna alger har, i motsats till andra alger och högre växter, den unika förmågan att binda luftens fria kvävgas (kvävefixering) till ammonium och aminosyror (proteiner) vilket byggs in i de egna cellerna och därmed blir lättåtkomligt och lätthanterligt. Algerna är användbara som högvärdigt gödselmedel med hög kvävehalt genast efter skörd eller efter torkning. I likhet med högre växter kan de även tillgodose sitt behov av kol genom att binda koldioxid från luften (fotosyntes).

Samtidigt som ovan nämnda processer pågår även s k fotorespiration hos blågröna alger. Denna process leder till förlust av bundet CO₂ (omvänd fotosyntes) med en minskning i biomasseproduktion som följd. Stort intresse har därför under senare år ägnats åt att utveckla metoder med syfte att helt minska eller inhibera fotorespirationen. Följande alternativa metoder bör testas:

- användandet av specifika inhibitorer.
- selektera fram organismer med naturligt låg fotorespiratorisk kapacitet.
- producera mutanter med reducerad fototrespiration.

Odling av alger med sprayteknik

Makroalger odlas kommersiellt utomlands i stora dammar med genombubbling av CO₂ och omrörning. Försök har också gjorts med rännor och kanaler med rinnande vatten och man har även låtit algsuspensionen sakta rinna genom grova slangar under det att tillväxten sker.

Sedan några år odlas också makroalger på land med s k sprayteknik. Tekniken går i stort sett ut på att odla algerna i växthus under kontrollerade betingelser. Algerna odlas liggande på nylonnät i backar, som staplas över varandra. Vatten sprayas som en fin dimma över algerna. En tunn film av vatten kommer på så sätt att bildas runt algerna och ge maximal kontaktyta för näringsupptag.

Mesta arbetet hitintills har varit att det går att använda blågröna alger till tillväxthastighet är hög. Omfattande utveckling av praktiskt användbara makroalger.

Fördelar med sprayteknik

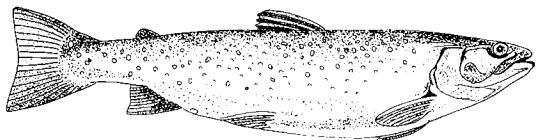
- Ökad koltillförsel
- Ökat näringsutbyte
- Påväxt och sjukdomsresistens
- Odling kan ske utomhus
- Alla typer av organismer
- Bra syresättning
- Skörden underlättas
- Samodling kan ske
- Vid samodling i stora dammar kan man utomhus odlas utan att djuren mot infekterade vatten
- Djupvatten kan pumpas upp och fiske störs ej

Mesta arbetet hitintills har gjorts med *makroalger* men preliminära försök visar att det går att använda tekniken även för *mikroalger*. Helt klart är att algernas tillväxthastighet är mycket större i sådant system jämfört med dammodling. Omfattande utvecklingsarbete återstår för att göra spraysystem för algodling praktiskt användbara. Detta gäller både för *makro-* men kanske framförallt för *mikroalger*.

Fördelar med sprayodling kontra dammodling och havs- eller sjöodling.

- Ökad koltillförsel från luften.
- Ökat näringsutbyte och därmed avkastning.
- Påväxt och sjukdomar kan lättare kontrolleras.
- Odling kan ske under hela året. Vattenorganismerna är lätta att gödsla.
- Alla typer av organismer kan odlas. Ofta kan samodling vara en fördel.
- Bra syresättning av vattnet.
- Skörden underlättas.
- Samodling kan ske med fisk och skaldjur.
- Vid samodling i samma odlingsenhet ger vattenväxterna skydd åt djuren. Dessutom kan från vattenväxterna utsöndrade antibiotiska substanser skydda djuren mot infektioner.
- Djupvatten kan pumpas upp från havet eller sjön med hjälp av en slang. Badliv och fiske störs ej av algodlingen.

Förslag till forskningsstruktur



En sammanhållen forskning av tvärvetenskaplig karaktär är nödvändig för att åstadkomma ett effektivt utvecklingsarbete. Detta arbete bör styras med hänsyn till

näringsintressen och de utvecklingstendenser inom olika relevanta forskningsinriktningar som kontinuerligt framväxer på nationell och internationell nivå. För att skapa största möjliga garanti för att en ändamålsenlig forskning kommer att bedrivas krävs det goda forskare, en sammanhållen forskning inom en tvärvetenskaplig institution, ekonomiska medel och en ansvarig styr- och ledningsgrupp. I intim samverkan med forskningen bör undervisningen inom vattenbruk ske. De idéer och resultat som framkommer genom forskningen måste omsättas i information, råd och anvisningar samt utbildning på olika nivåer.

Tvärvetenskaplig institution för vattenbruk

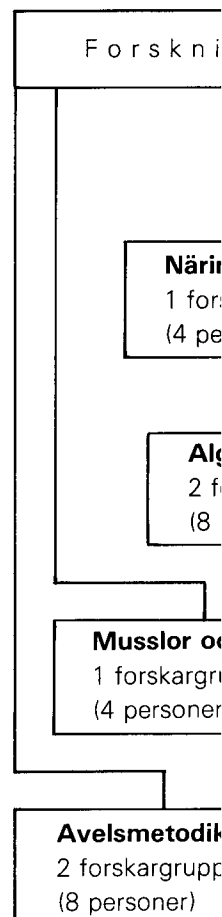
Endast en tvärvetenskaplig institution som har huvudansvaret för en sammanhållen forskning har förutsättningar att garantera en kontinuitet och samordning av forskningen inom vattenbruk. Dess huvuduppgifter blir att förutom forsknings- och utvecklingsarbete svara för undervisning på olika nivåer. Organisationsmodell och personalstruktur framgår av fig. 14. Det bör påpekas att även om de olika föreslagna forskningsgrupperna administrativt och forskningsmässigt styrs av den tvärvetenskapliga institutionen, så kan vissa grupper permanent eller temporärt vara knutna till andra institutioner. Huvuddelen av grupperna bör dock arbeta inom den tvärvetenskapliga institutionen för att tillsammans lösa de forskningsuppgifter som är nödvändiga för det utvecklingsarbete som näringen kräver.

Institutionen bör vara centralt belägen i Sverige och knuten till ett universitet. Detta är väsentligt för att kunna utnyttja universitetets olika resurser. Fältarbetet bör lämpligen koncentreras till fem stationer; en vid västkusten, två vid Östersjön, en vid Bottenhavet och en med insjöförhållanden. Givetvis kan arbetet förläggas även till andra befintliga fältstationer. I några fall kan det bli nödvändigt att bygga ut och anpassa dessa stationer till vattenbrukets specifika behov.

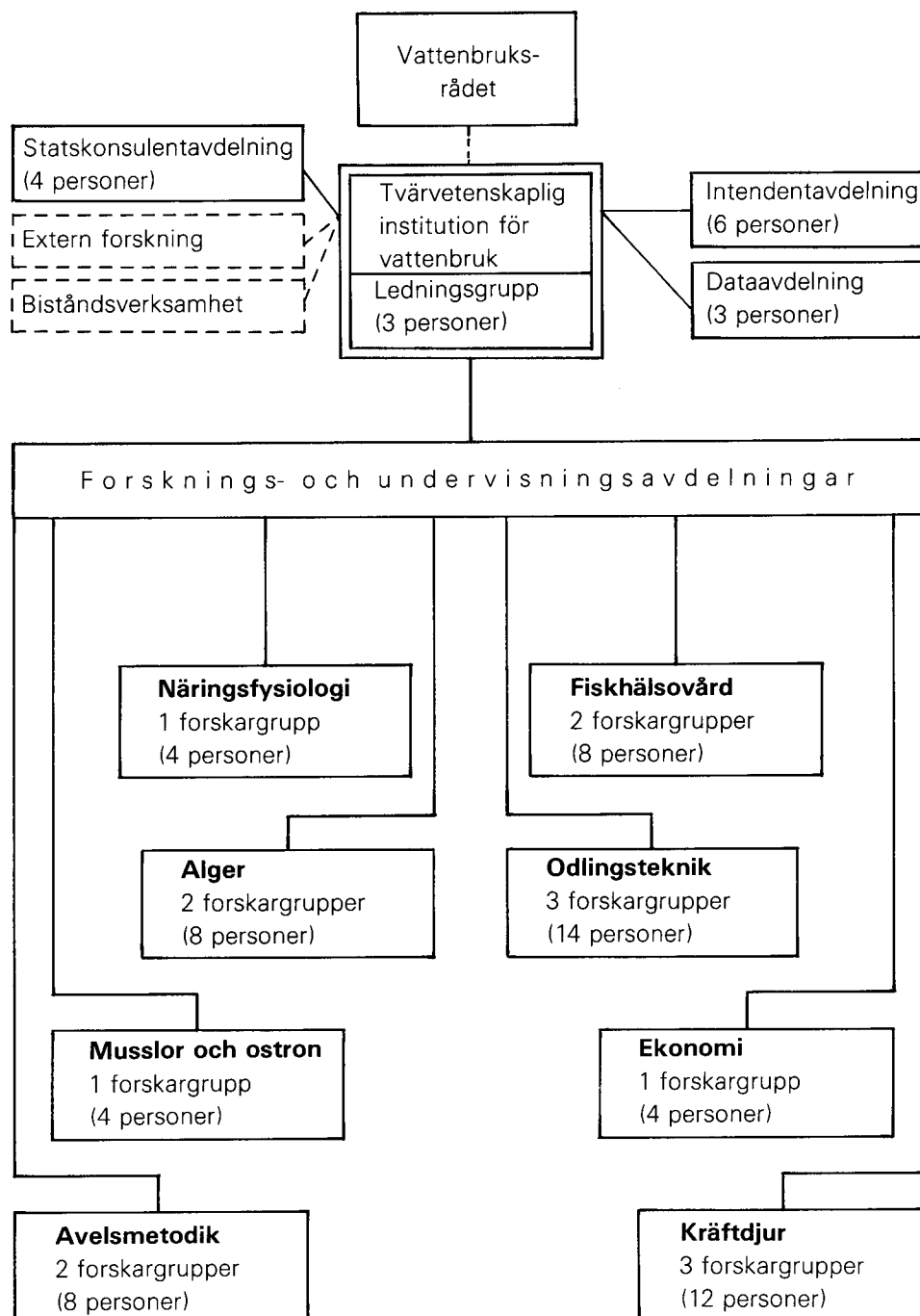
Statskonsulentav
(4 personer)

Extern forskning

Biståndsverksamh



Figur 14. Organisationsstruktur för vattenbruk.



Figur 14. Organisationsstruktur för den föreslagna tvärvetenskapliga institutionen för vattenbruk.

hållna forskning
kaplig karaktär är
att åstadkomma ett
eklingsarbete. Detta
ras med hänsyn till
relevanta forsknings-
internationell nivå.
g forskning kommer
ing inom en tvärve-
styr- och lednings-
en inom vattenbruk
en måste omsättas i
ivåer.

vattenbruk

t för en sammanhål-
t och samordning av
förutom forsknings-
r. Organisationsmo-
att även om de olika
ngsmässigt styrs av
manent eller tempo-
berna bör dock arbe-
nans lösa de forsk-
om näringen kräver.

till ett universitet.
i resurser. Fältarbe-
sten, två vid Öster-
vis kan arbetet för-
det bli nödvändigt
specifika behov.

Organisation

Organisationsstrukturen för den föreslagna tvärvetenskapliga institutionen framgår av fig. 14. Institutionen är tänkt att bestå av följande huvuddelar: (1) Ledningsgrupp, (2) Intendentavdelning, (3) Dataavdelning, (4) Statskonsulentavdelning och (5) 8 olika forskningsavdelningar.

Ledningsgruppen blir huvudansvarig för forsknings- och utvecklingsarbete samt undervisning inom vattenbruket. Gruppen bör lämpligen bestå av en laboratorieförstare (professor), en biträdande chef (docent) och en laboratorieassistent. Till sin hjälp att driva institutionen bör ledningsgruppen få en *intendentavdelning* med en intendent (chef), 1 laboratorieingenjör, 2 tekniker (vaktmästare) och 2 kansliskrivare. Dataavdelningen bör få 3 anställda. Den skall betjäna såväl administrationen som de olika forskningsavdelningarna.

Statskonsulentavdelningen är tänkt att bestå av 2 statskonsulenter och 2 kansliskrivare. Dessa blir ansvariga för rådgivning, information och allmän kursverksamhet avsedd för lokala konsulenter, odlare och andra berörda.

Forsknings- och undervisningsavdelningarna är sammansatta av en eller flera forskningsgrupper. Varje forskargrupp består av en chef (docentkompetent laboratorieförstare), en forskningsassistent och 2 laboratorieassistenter. Personalstrukturen med små forskargrupper om 4 personer ger förutsättningen för ett effektivt forskningsarbete. Detta är motivet till denna konstruktion. I några fall kommer förmodligen laboratorieassistenten att bytas ut mot en fiskerikonsulent eller annan person med lämplig utbildning.

Den centralt belägna forskningsstationen kommer givetvis att ha en stor experimenthall (akvarieanläggning), tråg och bassänger. I dessa kan, av lätt förståeliga skäl, inte alla typer av experiment göras. En stor del av experimenten och de praktiska försöken måste förläggas på annat håll. Även om många försök görs i kommersiella odlingar i olika delar av landet är detta inte tillräckligt. Det krävs också att en fältstationsverksamhet byggs upp. Experiment måste göras i marina, bräckta och sötvattensmiljöer. Det blir därför nödvändigt att etablera (eller förstärka redan befintliga) *fältstationer* vid västkusten, i Östersjön, i Bottenhavet och i sötvatten.

Forskning inom institutionen

Området *avelsmetodik* kräver två forskargrupper: En grupp skall ansvara för det riktade avelsarbetet som krävs dels för sättfisk till konsumtionsodlingar, dels för sättfisk till utsättning i vildvatten (fiskevårdande åtgärder). Den andra gruppen bör koncentrera sig på inventering av naturliga stammar, genbanksfrågor och reproduktionsteknik. Forskningsuppgifterna är väl motiverade i avelsgruppens rapport (Anon., 1982 e).

Området *näringsfysiologi* har inte utretts av någon arbetsgrupp inom styrgruppens ram. Icke desto mindre är foder och foderkonvertering ett av vattenbrukets väsentligaste forskningsområden. I denna rapport är därför viktigare frågeställningar berörda på sidorna 43—45. Forskningen bör handhas av en forskargrupp.

Fiskhälsovården o
ket. Området kräv
teritologi, parasitol
med konsulentavd
beta. Det är dock v
liga institutionen
land, för att garan
andra ämnesföret

Forskning kring v
stor betydelse för
väsentligt från fisk
ka specialistområd
tre föreslagna fors

- 1) Ekologi, etologi
- 2) Avelsmetodik o
- 3) Sjukdomsbekän

Motiveringar för
(Anon., 1982 f). I c

Musselodling kan f
ra snabbt om inte o
tidigare inga möjli
dock mer än moti
forskningsproblem
Hittills har forskn
skördeteknik samt

Ej heller för *algodl*
samband med övri
1982 beslöts om er
lingsgruppens ordf
rör väsentliga forsl
port. Det synes väl
omfattning att två
ger. Dessa grupper
placeras vid andra i
specialitéer.

Odlingsteknik för c
biologer och teknil
logiska, tekniska o
rum från enklare u
tenteknik till applic
vetvis den "biologis
todik, näringsfysio

institutionen fram-
 uddelar: (1) Led-
 tatskonsulentavdel-

vecklingsarbete samt
 å av en laboratorie-
 eassistenta: Till sin
 dentavdelning med
 ästare) och 2 kans-
 na såväl administra-

ulenter och 2 kans-
 ch allmän kursverk-
 rda.

ta av en eller flera
 entkompetent labo-
 Personalstrukturen
 en för ett effektivt
 några fall kommer
 ikonsulent eller an-

tt ha en stor experi-
 i, av lätt förståeliga
 menten och de prak-
 a försök görs i kom-
 igt. Det krävs också
 ste göras i marina,
 t etablera (eller för-
 sjön, i Bottenhavet

skall ansvara för det
 nsodlingar, dels för
 Den andra gruppen
 genbanksfrågor och
 ude i avelsgruppens

upp inom styrgrup-
 tt av vattenbrukets
 viktigare frågeställ-
 av en forskargrupp.

Fiskhälsövården och sjukdomsbekämpningen intar en central plats i vattenbruket. Området kräver specialister inom flera delområden; diagnostik, virologi, bakteriologi, parasitologi och näringsfysiologi (bristsjukdomar). I intimt samarbete med konsulentavdelningen vid SVA och LFI bör de två föreslagna grupperna arbeta. Det är dock väsentligt att dessa forskargrupper knyts till den tvärvetenskapliga institutionen i likhet med konstruktionen vid University of Stirling, Skottland, för att garantera samarbetet med bl a institutionens näringsfysiologer och andra ämnesföreträdare för att angripa problemen tvärvetenskapligt.

Forskning kring våra *kräftdjur* och då framförallt flod- och signalkräftan är av stor betydelse för utveckling av kommersiella system. Kräftdjuren skiljer sig så väsentligt från fisk i många avseenden att forskningen måste omfatta många olika specialistområden, som redan är föreslagna för forskning kring fiskodling. De tre föreslagna forskargrupperna skall ägna sig åt:

- 1) Ekologi, etologi och odlingsteknik.
- 2) Avelsmetodik och reproduktion.
- 3) Sjukdomsbekämpning och näringsfysiologi.

Motiveringar för denna omfattande satsning framgår av kräftdjursrapporten (Anon., 1982 f). I denna berörs forskningsuppgifterna på sidorna 47—62.

Musselodling kan förväntas bli den del av vattenbruket, som kommer att expandera snabbt om inte olika juridiska faktorer lägger hinder i vägen. Styrgruppen hade tidigare inga möjligheter att etablera en arbetsgrupp för detta område. Det är dock mer än motiverat att en forskargrupp redan tillsätts för att strukturera forskningsproblematiken, samordna och själv forska inom detta ämnesområde. Hittills har forskningen främst berört den tekniska sidan av odlingen inklusive skördeteknik samt miljöfrågor.

Ej heller för *algodling* fann styrgruppen det möjligt att tillsätta en arbetsgrupp i samband med övriga gruppers etablering i början av år 1981. I slutet av april 1982 beslöts om en sådan arbetsgrupp liksom en för musslor och ostron. Algodlingsgruppens ordförande har redan sammanställt en preliminär rapport, som berör väsentliga forskningsuppgifter. Dessa framgår av sidorna 45—49 i denna rapport. Det synes väl motiverat med hänsyn till områdets förväntade betydelse och omfattning att två forskargrupper tillsätts; en för makroalger och en för mikroalger. Dessa grupper liksom den för musslor och ostron kommer förmodligen att placeras vid andra institutioner som redan skaffat sig kompetens inom dessa olika specialiteter.

Odlingsteknik för olika arter fiskar, kräftdjur, musslor och alger bör tas fram av biologer och tekniker i ett utvecklingsarbete där hänsyn tas till relevanta biologiska, tekniska och ekonomiska faktorer. Området spänner över ett vitt spektrum från enklare utrustningsteknik, över byggkonstruktioner, VVS-teknik, vattenteknik till applicerbar elektronisk teknik och datorer. En central plats intar givetvis den "biologiska tekniken" där erfarenheter och forskningsrön från avelsmetodik, näringsfysiologi, polykultur m m skall omsättas i praktiken.

De nedan föreslagna grupperna skall således täcka ett stort område. Detta föreslås bli indelat i tre ansvarsområden: (1) Allmän odlingsteknik, (2) Utprovning av utrustning och apparatur, (3) Biologisk teknik.

Forskargruppens för allmän odlingsteknik ansvarsområde skall omfatta teknisk utveckling av kläckerier, odlingssystem, byggnadsteknik, VVS-teknik, vattenkemi, skörd och slakt. Gruppen bör bestå av två civilingenjörer med olika specialiteter och två laboratorieassistenter.

Arbetsgruppen för utprovning av utrustning och apparatur skall ägna sig åt testförsök av kommersiell utrustning som utbjudes på marknaden samt utvecklingsarbete för att förbättra densamma. Gruppen bör bestå av 1 försöksledare och 3 tekniker.

Den tvärvetenskapliga forskargruppen för biologi/teknik bör arbeta med ekofysiologi på viktiga arter för vattenbruket. Gruppen skall bl a utveckla styr- och regler-teknikens möjligheter för att främja en hög produktion. Endokrinologiska och allmänfysiologiska kunskaper om odlade arter är därvid nödvändiga. För att maximalt utnyttja gruppens kompetens bör en statistiker ingå i gruppen. Därför föreslås att en etolog/ekolog, en fysiolog/endokrinolog, en reglertekniker/vattenkemist, en statistiker/matematiker och två tekniker/laboratorieassistenter knyts till gruppen.

Ekonomiska kunskaper blir av stor vikt vid utvecklingen av vattenbruk.

Den ekonomiska forskningen bör inkludera:

- Ekonomisk utvärdering av fisk-, skaldjurs- och algodlingar
- Finansieringsanalys
- Marknadsföringsfrågor
- Samhälls- och regionalekonomiska bedömningar

Det föreslås därför att en forskningsgrupp för ekonomiska frågor knyts till den tvärvetenskapliga institutionen.

Extern forskning

Det är väsentligt att en viss del av den forskningen samordnas med den tvärvetenskapliga institutionens verksamhet. Forskning rörande miljökonsekvenser av vattenbruk är redan påbörjade vid olika institutioner. Sådan forskning bör stödjas ekonomiskt i samråd med den tvärvetenskapliga institutionen. Forskningsuppgifter framgår bl a av miljörapporten sidorna 50—55 (Anon., 1982 b). Miljöprojektet beräknas kräva 3 reducerade forskargrupper om 2 personer. Totalkostnaden per år är beräknad till 1 500 000:—.

Ett annat område för extern forskning är slakt, förädling och distribution. Sådant utvecklingsarbete bör lämpligen utföras på en institution med erfarenhet inom detta område. Omfattningen av denna verksamhet motsvarar en utvidgad forskningsgrupp eller ca 1 milj. kr per år.

Biståndsverksamhet

I likhet med utländska personer från biståndslaboratorieskala i ett land, att en sådan verksamhet planera för ett laboratorium SIDA bygga upp de

Forskning vid övriga

Det har redan antytts handhas av andra institutionen. Forskning vid universitet och andra institutioner är önskvärdt att sådan forskning garantera en kontinuerlig kanaliseras vid slår att 4 miljoner k

Kostnader

Kostnaderna för de sätt. Alla lönekostr 39% angivna. På gr forskningsbidrag vid statliga institutioner ordning skall sökas

1) **Tvärvetenskap**

1a. Ledningsgrupp

- 1 professor
- 1 docent (k)
- 1 laborator

1b. Intendent

- 1 intendent
- 1 laborator
- 2 tekniker
- 2 kansliskr

område. Detta före-
s, (2) Utprovning av

all omfatta teknisk
S-teknik, vattenke-
ned olika specialité-

all ägna sig åt test-
en samt utveckling-
försöksledare och 3

rbeta med ekofysio-
kla styr- och regler-
krinologiska och all-
idiga. För att maxi-
uppen. Därför före-
glertekniker/vatten-
rieassistenter knyts

vattenbruk.

rågor knyts till den

med den tvärveten-
onsekvenser av vat-
rskning bör stödjas
. Forskningsuppgif-
2 b). Miljöprojektet
Totalkostnaden per

istribution. Sådant
ed erfarenhet inom
en utvidgad forsk-

Bistandsverksamhet

I likhet med utländska förebilder bör institutionerna bygga upp en utbildning för personer från biståndsländer. Det går mycket bra att arbeta med tropiska arter i laboratorieskala i ett land med tempererat klimat. Det möter därför inget hinder att en sådan verksamhet etableras i Sverige. Institutionen bör därför från början planera för ett laboratorium med varmvattensarter och i samarbete med bl a SIDA bygga upp denna verksamhet (fig. 16).

Forskning vid övriga institutioner

Det har redan antytts att miljöfrågor liksom frågor om produkten (livsmedlet) bör handhas av andra institutioner i samarbete med den tvärvetenskapliga institutionen. Forskning inom andra för vattenbruket väsentliga områden vid olika universitet och andra institutioner kommer att bli av stor betydelse. Det är därför önskvärt att sådan forskning understöds med öronmärkta forskningsmedel för att garantera en kontinuitet så långt som forskningen medger. Dessa medel bör lämpligen kanaliseras via styrgruppen eller ett annat medelsfördelande organ. Vi föreslår att 4 miljoner kronor anslås till sådan verksamhet per år.

Kostnader

Kostnaderna för den föreslagna forskningen har framräknats på nedanstående sätt. Alla lönekostnader är angivna och därtill är lönekostnadspåslag (LKP) på 39% angivna. På grundlönen har beräknats driftskostnader inklusive ett mindre forskningsbidrag vilka har beräknats till 50% av grundlönen, som brukligt är vid statliga institutioner. Det förutsätts att ytterligare forskningsmedel i sedvanlig ordning skall sökas via petita, forskningsråd, privata fonder m m.

1) Tvärvetenskaplig institution för vattenbruk (TVV)

1a. Ledningsgrupp

1 professor (forskningschef)	L 24 (26)	13 312:—
1 docent (bitr. forskningschef)	F 23	10 753:—
1 laboratorieassistent	F 9	6 842:—
		<hr/>
		30 907:—

1b. Intendentavdelningen

1 intendent (administrativ chef)	F 15	8 148:—
1 laboratorieingenjör	F 11	7 202:—
2 tekniker (vaktmästare)	F 10	14 048:—
2 kansliskrivare	F 10	14 048:—
		<hr/>
		43 446:—

1c. Dataavdelning			
1 systemman (chef)	F 19		9 493:—
1 programmerare	F 13		7 637:—
1 datatekniker	F 10		7 024:—
			<hr/>
			24 154:—
1d. Statskonsulentavdelning			
2 statskonsulenter	F 23		21 506:—
2 kansliskrivare	F 10		14 048:—
			<hr/>
			35 554:—
1e. Forsknings- och undervisningsavdelningar			
<i>12 forskargrupper bestående av</i>			
1 laborator (docentkompetent)	F 23		10 753:—
1 forskningsassistent	F 15		8 148:—
2 laboratorieassistenter	F 9		13 683:—
			<hr/>
			32 584:—
	× 12	Summa	391 008:—
<i>1 forskargrupp inom området allmän odlingsteknik</i>			
2 civilingenjörer	F 23		21 505:—
2 laboratorieassistenter	F 9		13 684:—
			<hr/>
			35 189:—
<i>1 arbetsgrupp för utprovning av utrustning och apparatur för vattenbruk</i>			
1 försöksledare	F 20		9 888:—
3 tekniker	F 15		24 444:—
			<hr/>
			34 332:—
<i>1 forskargrupp för biologi/teknik</i>			
2 laboratorer	F 23		21 505:—
2 forskningsassistenter	F 15		16 296:—
2 laboratorieassistenter	F 9		13 684:—
			<hr/>
			51 485:—
1f. Alla avdelningar tillsammans:			646 075:—
Projekt- och driftskostnader			323 038:—
Lönekostnadspålägg (LKP) 39%			251 969:—
Summa per månad			1 221 082:—
Summa per år			(14 652 984:—)
			<hr/>
			14 500 000:—

2) Extern forskning	
Miljökonsekvens	
Slakt, förädling,	
Summa per år	
3) Fria forskning	
Summa per år	
Summa totalt	

Förslag

9 493:—	2) Extern forskning i samarbete med TVV	
7 637:—	Miljökonsekvenser	1 500 000:—
7 024:—	Slakt, förädling, distribution	1 000 000:—
<hr/>		<hr/>
24 154:—	Summa per år	2 500 000:—
21 506:—	3) Fria forskningsmedel tillgängliga för samtliga institutioner i Sverige	
14 048:—	Summa per år	4 000 000:—
<hr/>		
35 554:—	Summa totalt	21 000 000:—
		(1982 års penningvärde)

10 753:—
8 148:—
13 683:—

32 584:—
Summa 391 008:—

21 505:—
13 684:—

35 189:—

struktur för vattenbruk
9 888:—
24 444:—

34 332:—

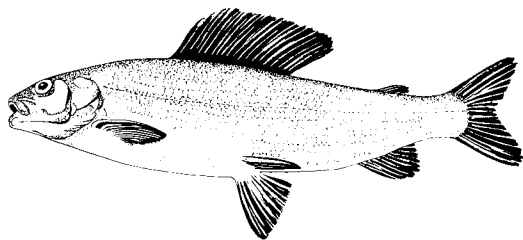
21 505:—
16 296:—
13 684:—

51 485:—

646 075:—
323 038:—
251 969:—
1 221 082:—
(14 652 984:—)

14 500 000:—

Utbildning



Kunskapsnivån inom området vattenbruk är i Sverige förhållandevis låg och möjligheterna till utbildning i vattenbruk är starkt begränsade. Detta gäller för samtliga utbildningsnivåer. Under senare år har i takt med ett ökat intresse för

vattenbruk viss kursverksamhet och rådgivning kommit igång i landet. Undervisning inom detta område ges idag av fiskenämnderna, Statens Skola för Vuxna, Institutionen för husdjursförädling och sjukdomsgenetik vid Sveriges Lantbruksuniversitet, Fiskevårdslinjen vid Göteborgs universitet, Zoologiska institutionen vid Stockholms universitet, Tjärnö Marinbiologiska Station m fl. Denna befintliga kursverksamhet är dock helt otillräcklig vid en vidare uppbyggnad av ett svenskt vattenbruk. En storsatsning på vattenbruk i Sverige kräver därför först och främst en rejäl insats inom områdena utbildning, rådgivning och information. I annat fall kan bristande kunskaper leda till stora felsatsningar, vilket får till följd att effektiviteten på de satsade resurserna blir låg och riskerna för stora ekonomiska förluster blir uppenbara.

Utbildning i grundskolan

Likaväl som undervisningen i grundskolan behandlar skogen, åkerbruket och fisket så bör vattenbruket ingå i natur- och samhällsorienterande ämnen. Eleverna bör bibringas kunskaper om olika arter och odlingstekniker som används i Sverige.

I vissa regioner där vattenbruket redan är förankrat och där förutsättningar för odling är goda kan odling ingå i fritt valt arbete inom skolans ram. Det experiment som bedrivits vid Brattebergsskolan på Öckerö i Göteborgs skärgård med att integrera praktisk fiskodling i undervisningen manar till efterföljd.

Gymnasial utbildning

Utbildningen av personer som skall ägna sig åt praktisk odlingsverksamhet bör ske i form av gymnasiala kurser. Kursernas längd och innehåll kommer naturligtvis att variera alltefter den odlingsinriktning som kursen avser (odling av laxfisk, odling av ål, kräftodling, musselodling etc.). Lämplig kurslängd bör vara från några månader och upp till ett år. Den teoretiska utbildningen varvas med praktikperioder. Ämnesområden som bör behandlas i dessa kurser är avel, utfodring, odlingsteknik, slakt (skörd), sjukdomar, lagar och förordningar, ekonomi m m.

Ett första steg i den (SSVH) som med stödd riktad gymnasiekurser läsåret är öppen för ett skall kursen, om en kommunala vuxens

SSVH anser sig också av andra odlingskurserna har nämligen av utbildning. Skolor, elevboende och praktiskperioder utbildningsskede (vatten utbildningen, men a domsutbildning, so

Ett annat initiativ i gymnasium som hos praktisk kurs med elever som kommer kursverksamheten s

Utredningen föruts som ekonomiskt ans till en praktisk utbi vara en bra grund a

Fortbildningskurser na (se sid. 63).

Högskoleutbi

Grundläggande hög

Den grundläggande området vattenbruk versitet och högskol de biologiska, tekni kan t ex vara biolo ningslinjer har reda tiden är det emeller ningslinjer vid univ dant sätt att de stu mot en senare verks översiktskurser elle narie utbildningarn:

Ett första steg i denna riktning har tagits av Statens Skola för Vuxna i Härnösand (SSVH) som med stöd av Skolöverstyrelsen (SÖ) nu utprövar en särskild yrkesinriktad gymnasiekurs i fiskodling (laxartad fisk). Kursen som nu ges två gånger per läsår är öppen för etablerade och blivande odlare som fyllt 18 år. Efter provotiden skall kursen, om elevunderlaget anses tillräckligt, kunna överföras till landets kommunala vuxenskolor.

SSVH anser sig också ha goda förutsättningar för och möjligheter till utprovning av andra odlingskurser (musselodling, kräftdjursodling m fl). Inom vuxenutbildningen har nämligen SSVH en organisation som är speciellt lämpad för denna typ av utbildning. Skolan erbjuder kostnadsfri undervisning och subventionerar resor, elevboende och studiematerial. SSVH kan också förlägga kursverksamhet eller praktikperioder till olika regioner i landet. Man menar vidare att i ett inledningsskede (vattenbrukets etableringsfas) bör odlingskurserna ligga inom vuxenutbildningen, men att på sikt, när näringen är etablerad, bör det också finnas ungdomsutbildning, som då förslagsvis läggs vid landets lantbruksskolor.

Ett annat initiativ har tagits av Tjärnö Marinbiologiska Station och Strömstads gymnasium som hos Skolöverstyrelsen nu ansöker om att få arrangera en ettårig praktisk kurs med tyngdpunkten på musselodling. Denna kurs är öppen även för elever som kommer direkt från grundskolan. Om SÖ tillstyrker den föreslagna kursverksamheten sker kursstarten hösten 1982.

Utredningen förutsätter att SÖ även i fortsättningen tar såväl organisatoriskt som ekonomiskt ansvar för den praktiska odlingsutbildningen. De första initiativ till en praktisk utbildning på gymnasial nivå, som SÖ medverkat till, förefaller vara en bra grund att bygga vidare på.

Fortbildningskurser för etablerade odlare skall handhas av de lokala konsulenterna (se sid. 63).

Högskoleutbildning

Grundläggande högskoleutbildning

Den grundläggande högskoleutbildningen för den akademiska personalen inom området vattenbruk kan delvis hämtas från olika utbildningslinjer vid våra universitet och högskolor. I första hand blir det aktuellt med utbildningslinjer inom de biologiska, tekniska och ekonomiska områdena. Lämpliga yrkesutbildningar kan t ex vara biolog, zoolog, limnolog, agronom, veterinär m fl. En del utbildningslinjer har redan idag orienterande kurser i ämnet i vattenbruk. För framtiden är det emellertid angeläget, att samtliga för vattenbruket aktuella utbildningslinjer vid universitet och högskolor anpassar sin kursverksamhet på ett sådant sätt att de studerande ges möjligheter att till en del inrikta sin utbildning mot en senare verksamhet inom vattenbruksområdet. Detta kan göras genom att översiktskurser eller vissa specialkurser i ämnet vattenbruk sprängs in i de ordinarie utbildningarna.

För att helt täcka in vattenbrukets behov av grundläggande högskoleutbildning föreslås dessutom att den nuvarande fiskevårdslinjen vid Göteborgs universitet utökas från 2 år och 80 poäng till 3 år och 120 poäng. Genom detta tredje läsår erhålls en komplett grundutbildning inom området fiskevård/vattenbruk. Det tredje årets undervisning bör främst inriktas mot teoretisk odlingskunskap (avel, utfodring, odlings- och slaktteknik, sjukdomar, lagar och förordningar, ekonomi etc.). Denna nya inriktning av fiskevårdslinjen innebär också att kursplanen för de båda första åren måste revideras.

Vid Lunds universitet planeras nu korttidskurser i vattenbruk i samarbete med stiftelsen Universitet och samhälle. Även om kurserna blir relativt korta (4–5 veckor) kan dessa fylla ett stort behov.

Från ovan nämnda utbildningslinjer kommer vattenbruket att förses med forskarstuderande, lärare, rådgivare (lokala konsulenter) m fl. Även den privata sektorns behov av akademisk personal inom detta område täcks in av dessa utbildningslinjer.

Forskarutbildning

Till forskarutbildningarna. Doktorandbruksteknik, näringsekologi, samt vattenskapliga institutbildningen skall givinstitutioner.

Det bör finnas minskapliga institutioner innebär att varje år ver till forskarutbi 125 000:-. Totalt ko kr/år vid full belägg går av forskningspc

Tabell 7. Kostnadsber
tationen 1982.

Utbildningsbidrag: 5
LKP, 39%

Driftskostnader

Kostnaden per år oc
Doktorsutbildningen

Kostnaden per utex.

Med tanke på att de
det av väsentlig bet
studier vid utländsl
Utredningen föreslå
(å 300 000:—) per år
med 1,5 milj. kr/år. I
kan användas i forsk
första utvecklingssk
olika ämnesområder



Figur 15. Universitetsutbildning och forskning kommer att få stor betydelse för vattenbrukets utveckling i Sverige.

högskoleutbildning
 örebro universitet
 detta tredje läsår er-
 vattenbruk. Det tredje
 kunskap (avel, utfod-
 ngar, ekonomi etc.).
 ursplanen för de bå-

uk i samarbete med
 relativt korta (4—5

att förses med for-
 ven den privata sek-
 s in av dessa utbild-

Forskarutbildning

Till forskarutbildningen rekryteras folk från de grundläggande högskoleutbildningarna. Doktorandutbildningen kommer att erbjudas inom områdena vattenbruksteknik, näringsfysiologi, sjukdomsbekämpning, avelsmetodik, fysiologi, ekologi, samt vattenkemi. Denna utbildning bör knytas till den föreslagna tvärvetenskapliga institutionen för vattenbruk. Specialkurser ingående i doktorandutbildningen skall givetvis kunna genomgåas vid andra universitets- och forskningsinstitutioner.

Det bör finnas minst 12 aktiva doktorandplatser tillgängliga vid den tvärvetenskapliga institutionen för vattenbruk. Utbildningen skall omfatta fyra år, vilket innebär att varje år utexamineras tre doktorer och samtidigt antages tre nya elever till forskarutbildningen. Kostnaden per doktorandplats och år uppgår till 125 000:-. Totalt kommer doktorsutbildningen (12 platser) att kosta 1,5 miljoner kr/år vid full beläggning. Kostnadsberäkningen för doktorandutbildningen framgår av forskningspolitiska propositionen (tabell 7).

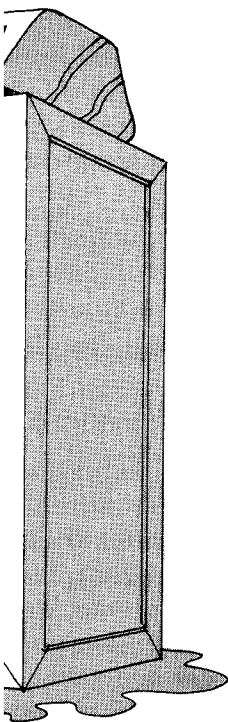
Tabell 7. Kostnadsberäkning för doktorandutbildning enligt forskningspolitiska propositionen 1982.

Utbildningsbidrag: 5 100:— × 12	=	61 200:—
LKP, 39%		23 868:—
	SUMMA	85 068:—
Driftskostnader		40 000:—
	SUMMA	125 068:—

Kostnaden per år och doktorander ca 125 000:—
 Doktorsutbildningen omfattar 4 år

Kostnaden per utexaminerad doktor = 500 000:— (4 × 125 000:—)

Med tanke på att den svenska vattenbruksforskningen är av ringa omfattning, är det av väsentlig betydelse att forskarstuderande och forskare ges möjligheter till studier vid utländska forskningsinstitutioner med akvakultur på programmet. Utredningen föreslår därför att medel reserveras för fem utbildningsstipendier (å 300 000:—) per år. Totalkostnaden för dessa internationella stipendier blir därmed 1,5 milj. kr/år. Likaså måste resurser avsättas så att utländska gästföreläsare kan användas i forskarutbildningen. Båda dessa åtgärder är speciellt viktiga i ett första utvecklingsskede, d v s innan vi själva hunnit bygga upp kompetens inom olika ämnesområden.



betydelse för vatten-

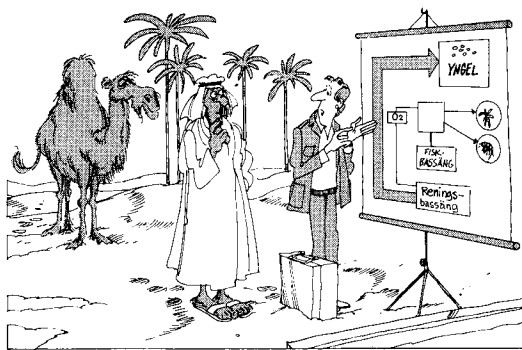
Fortbildnings- och översiktskurser

Vid den tvärvetenskapliga forskningsinstitutionen (statskonsulentavdelningen, se Rådgivning etc. sid. 63) skall även kontinuerligt kortare fortbildningskurser och översiktskurser ges. Dessa kurser är nödvändiga, dels för att lokala konsulenter, lärare m fl skall kunna föra ut nya forskningsrön till den praktiska odlingsverksamheten, dels för att yrkeskategorier utanför vattenbruksområdet snabbt skall kunna skaffa sig erforderlig information om olika specialområden av akvakulturen.

Utbildning för tredje världen

En satsning på ett svenskt vattenbruk med en därtill hörande tvärvetenskaplig forskningsinstitution innebär att Sverige på sikt, genom utbildning och forskning, får möjligheter att bidra till akvakulturens utveckling i tredje världen. Resurser bör därför avsättas till den tvärvetenskapliga forskningsinstitutionen, så att elever från u-länderna kan utbildas där.

Utbildningen bör vara så anpassad att den tar hänsyn till de förhållanden som eleverna kommer ifrån. Det bör således vara obligatoriskt att lärarna efterhand tjänstgör i kortare eller längre perioder i biståndsprojekt i dessa länder. Utbildningen bör ha en lämplig kombination av praktik och teori. För doktorander bör forskningsuppgiften vara av tillämpad karaktär. Speciella kurser bör ordnas för



Figur 16. Vid internationella biståndsfrågor skulle Sverige kunna spela en betydande roll om en satsning sker på vattenbruk.

konsulentutbildning. Utbildningen bör ta sikte på och betona lågteknologin inom vattenbruket. I själva verket är det fortfarande bara enkel odlingsteknik i s k intensiva odlingssystem som är lönsamma i industriländerna. Det är också viktigt att den teknologi som torgförs inte menligt påverkar den socio-ekonomiska strukturen i u-länderna. För att kunna föra ut lämpliga utbildningar och biståndsprojekt till tredje världen fordras vidare att verksamheten vid den planerade tvärvetenskapliga institutionen för vattenbruk breddas, så att den kommer att omfatta även andra vattenlevande arter än de som har intresse under svenska förhållanden.

Utredningen föreslår projekt och utbildning

Rådgivning o

Lokala konsulenter

Den direkta rådgivning via lokalt placerade placerade länsvise eller riktsvis eller i riktning som den sv av lämpliga odlings dra län nästan helt l lenter rekryteras fr fortbildas av statsk vetenskapliga institut kursverksamhet, för ell rådgivning som k biteras odlaren, me

I en första utvecklin tas, en för södra, en till någon lantbruks na bör aktivt sama tjänster uppgår tota

Fiskerikonsulenter

Regionalt vid olika fiskerikonsulenter. I gor. Det gäller speci ningssällskapen. Kc olika arbetsuppgifte god insats med rådg des delvis den funkt tänkt organisation.

Statskonsulenter

För att rådgivninge digt matas med nyh försöksverksamhete heten. Ansvar för vid den tvärvetensk finnas ett antal stat Specialområdena ka musslor, kräftor etc

Utredningen föreslår att SIDA (SAREC) skall ansvara ekonomiskt för biståndsprojekt och utbildningshjälp till tredje världen.

Rådgivning och information

Lokala konsulenter

Den direkta rådgivningen till yrkesverksamma odlare och till allmänheten bör ske via lokalt placerade konsulenter (lokala konsulenter). Huruvida dessa skall vara placerade länsvis eller inte bli naturligtvis beroende av vilken utveckling och inriktning som den svenska akvakulturen får. Beroende på tillgång eller avsaknad av lämpliga odlingsmiljöer kan vissa län få behov av flera konsulenter medan andra län nästan helt kan komma att sakna behov av rådgivare. Dessa lokala konsulenter rekryteras från den grundläggande högskoleutbildningen (se ovan) och de fortbildas av statskonsulenterna (konsulentavdelningen, se nedan) vid den tvärvetenskapliga institutionen för vattenbruk. Deras verksamhet skall främst omfatta kursverksamhet, föredrag samt individuell rådgivning till odlare. Sådan individuell rådgivning som kräver relativt stor arbetsinsats från konsulentens sida bör debiteras odlaren, medan övrig rådgivning skall vara kostnadsfri.

I en första utvecklingsfas av vattenbruket bör tre lokala konsulenttjänster inrättas, en för södra, en för mellersta och en för norra Sverige. Tjänsterna bör knytas till någon lantbruksnämnd eller fiskenämnd inom respektive region. Konsulenterna bör aktivt samarbeta med utvecklingsfonderna. Kostnaderna för dessa tre tjänster uppgår totalt till 600 000:—/år.

Fiskerikonsulenter

Regionalt vid olika fiskenämnder (med placering på lantbruksnämnderna) finns fiskerikonsulenter. Många av dessa har ett mycket stort kunnande om odlingsfrågor. Det gäller speciellt för de konsulenter, som tidigare var placerade vid hushållningssällskapen. Konsulenterna är tyvärr i många fall hårt belastade av många olika arbetsuppgifter. Flera av konsulenterna gör trots sin arbetsbelastning en god insats med rådgivning till odlare inom det egna distriktet. De fyller idag således delvis den funktion som de ovan angivna lokala konsulenter skulle göra i en tänkt organisation.

Statskonsulenter

För att rådgivningen ute i fält skall bli effektiv måste den underhållas och ständigt matas med nyheter från den inhemska och den internationella forsknings- och försöksverksamheten samt med erfarenheter från den praktiska odlingsverksamheten. Ansvaret för denna verksamhet skall ligga på en statskonsulentavdelning vid den tvärvetenskapliga institutionen för vattenbruk. Vid denna avdelning skall finnas ett antal statskonsulenter som var och en ansvarar för sitt specialområde. Specialområdena kan delas in efter produktionsinriktningar (matfisk, sättfisk, musslor, kräftor etc.) eller efter ämnesområden (avelsmetodik, näringsfysiologi

etc.). Statskonsulenterna svarar för fortbildning av de lokala konsulenterna, lärare m fl, men de skall också svara för rådgivning, information, kursverksamhet m m till den kår av tjänstemän m fl som arbetar inom den privata industrin, inom föreningsrörelsen etc och som har behov eller intresse av information om akvakulturverksamheten. Statskonsulenterna är med andra ord forskningens ansikte mot yttrevärlden. Lämpliga för statskonsulenttjänster är personer med forskarutbildning inom området vattenbruk, eller personer med längre yrkeserfarenhet från specialområden inom vattenbruket.

Utredningen föreslår att i ett första skede skall två statskonsulenttjänster inrättas vid den tvärvetenskapliga institutionen för vattenbruk. Kostnaderna för denna verksamhet beräknas till 800 000:—/år (se sid 56).



Figur 17. Utbildning av näringsidkare, konsulenter, forskare och administratörer är viktig för den nya näringen.

Refere

Ackefors, H, ed. 1980: sättning. — FRN, raj

Ackefors, H, och Ros Wide Industry with l pp 132—143.

Ackefors, H., L. Adli ska möjligheter. FRN

Anon, 1980: Nationa November 1980.

Anon, a. 1982: Får ja

Anon, b. 1982: Som t pp.

Anon, c. 1982: Pigg s nr 82:8, (under tryck

Anon, d. 1982: Här FRN, rapport nr 82:9

Anon, e. 1982: Fiske 82:10, 90 pp.

Anon, f. 1982: Kräfto

Larsson, B. & R. Cedri ring och fiskodlingst

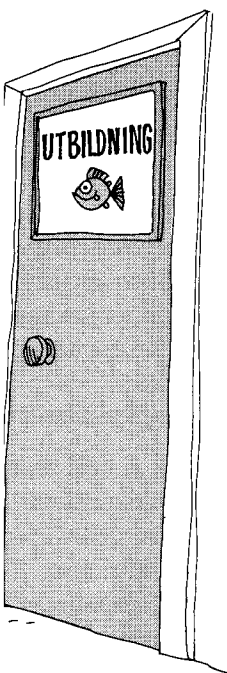
Pillay, T.V.R., 1981: ; ternational Aquacult

Pillay, T.V.R. & Dill, on Aquaculture, Kyo

Referenser

onsulenterna, lära-
n, kursverksamhet
ata industrin, inom
nation om akvakul-
ningens ansikte mot
med forskarutbild-
keseferenhet från

ulenttjänster inrät-
ostnaderna för den-



inistratörer är viktig

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.

Ackefors, H., L. Adling & L.O. Eriksson, 1982: Fiskodling och teknik. Vattenbrukets tekniska möjligheter. FRN, rapport nr 82:12 (under utarbetande).

Anon, 1980: National Aquaculture Plan Phase 1. U.S. Department of Commerce, NOAA, November 1980.

Anon, a. 1982: Får jag lov? Vattenbrukets juridik. FRN, rapport nr 82:6, 73 pp.

Anon, b. 1982: Som fisken i vattnet. Vattenbrukets miljöfrågor. FRN, rapport nr 82:7, 67 pp.

Anon, c. 1982: Pigg som en mört. Vattenbrukets hälso- och sjukdomsfrågor. FRN, rapport nr 82:8, (under tryckning).

Anon, d. 1982: Här var'e fisk och skaldjur. Vattenbrukets ekonomi och marknadsfrågor. FRN, rapport nr 82:9, 00 pp.

Anon, e. 1982: Fiskevård och fiskodling. Vattenbrukets avelsmetodik. FRN, rapport nr 82:10, 90 pp.

Anon, f. 1982: Kräfter eller räkor? Vattenbrukets kräftdjur. FRN, rapport nr 82:11, 70 pp.

Larsson, B. & R. Cedrins, 1979: Probleminventering inom områdena fiskavel, fiskens utfodring och fiskodlingsteknik. Inst. husdjursf. sjukdomsgen. SLU. Rapport 40.

Pillay, T.V.R., 1981: State of Aquaculture, 1981. World Conference on Aquaculture and International Aquaculture Trade Show. Venedig 21—25 sept. 1981.

Pillay, T.V.R. & Dill, Wm. A. 1979: Advances in Aquaculture. FAO Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 26 May — 2 June 1976. Fishing News Books Ltd. 653 pp.

Ordlista för vattenbruk

Akvakultur	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.
Alger	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).
Algodling	Odling av mikroalger (plankton) eller makroalger (tång).
Anadrom fisk	Fisk som har sin huvudsakliga tillväxt i havet, men vandrar upp i sötvatten för reproduktion, t ex lax.
Crustacéer	Kräftdjur
Ekologi	Samspelet mellan växter, djur och deras miljö.
Etologi	Läran om djurens beteende.
Extensiv odling	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.
Fiske	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.
Fiskevård	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.
Fiskodling	<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.
Försträckning	Uppfödning under kortare tid än en sommar av nykläckta yngel för utsättning.
Förstärkningsutsättning	Utplantering av yngel eller juvenila individer i syfte att öka beståndstätheten i ett vattendrag.

Intensiv odling	I i ni O sj
Kassodling	U el
Katadrom fisk	Fi re
Kläckningsanstalt	A
Kompensationsutsättning	U lig
Kräftdjursodling	O
Makroalger	A ve
Marikultur	O
Mikroalger	Fr fa
Mollusk	Bl
Monokultur	O
Mussellina	Re ric
Musselodling	O
Polykultur	O
Population	Gr
Predator	Et
Put and take fisk	U
Recirkulerande system	O
Reproduktion	Fö
Sea ranching	Es fö lel
Settling	Vi de
Skaldjur	Ki
Skaldjursodling	O
Smolt	La va
Sättfisk	O up

uk

musslor och ostron,
 sgrsformer, som avser
 över den som normalt

orsakligen förekom-
 t ex rödalger, brunal-
 blotta ögat och i regel
 ; ej synliga för blotta
 r (plankton).

(tång).

en vandrar upp i söt-

nergi av människan.
 ropiska och tropiska
 räkor över stora ytor
 le extensiva odlingar

gon form av redskap
 oner som till största
 fiske avser olika for-

fisk eller skaldjur för
 genom att vidtaga en
 sk, introduktion av
 lingställande av lek-
 ngen uppfyllas.

fisk, musslor, ostron
 m i den stadgan sägs
 , kräfta, havskräfta,
 ussler och nejonöga.
 form av fiskodling.

lart endast odling av

nykläckta yngel för

fte att öka bestånds-

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

Ordlista

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

Artlist

Listan omfattar odlingar eller sådana

Svenska

Alger

Blågröna alger

Gröna alger

Bruna alger

Röda alger

Mollusker, blötdjur

Europeiskt ostron

Japanskt ostron

Amerikanskt ostron

Blåmussla

Kräftdjur

Salträka

Pungräka

Taggmärla

Sjösyrsa

Hinnkräfta

Nordhavsräka

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

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.

Svenska	Latin	Engelska
<i>Alger</i>	<i>Algae</i>	<i>Algae</i>
Blågröna alger	Cyanophyceae Anabaena Spirulina	Bluegreen algae
Gröna alger	Chlorophyceae Chlorella Dunaliella Ulva lactuca	Green algae
Bruna alger	Phaeophyceae Laminaria japonica Laminaria hyperborea Undaria pinnatifida Macrocystis pyrifera	Brown algae
Röda alger	Rhodophyceae Porphyra Gelidium Gracilaria Chondrus crispus	Red algae
<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

Artlista

Japansk räka	Penaeus japonicus Penaeus monodon Penaeus stylirostris Penaeus vannamei	Kuruma prawn Giant tiger prawn Blue shrimp Whiteleg shrimp	Röding Sik Harr Rödspotta
Jätteflodräka	Macrobrachium rosenbergii	Giant river prawn	Tunga Piggvar
Flodkräfta	Astacus astacus	European crayfish	
Signalkräfta	Pacifastacus leniusculus	Signal crayfish	Hälleflundra
Smalkloig kräfta eller sumpkräfta	Astacus leptodactylus	—	Europeisk ål Braxen
Stenkräfta	Austropotamobius pallipes — Austropotamobius torrentium	—	Gös Havsabborre Gädda
Amerikansk dvärgkräfta	Orconectes limosus — Procambarus clarkii Procambarus acutus Cherax destructor Cherax tenuimanus	— Red swamp crawfish White river crawfish Yabbie Marron	Karpfiskar Karp Gräskarp
Langust	Palinurus vulgaris	Langouste	Sutare
Hummer	Homarus vulgaris (syn. H. gammarus)	European lobster	
Amerikansk hummer	Homarus americanus	American lobster	
Havskräfta	Nephrops norvegicus	Norwegian lobster	
Krabbtaska	Cancer pagurus	Edible crab	
Kungskrabba	Paralithodes camtschaticus	King crab	
Japansk jättekraabba	Macrocheira kämpferi	—	
<i>Fiskar</i>	<i>Pisces</i>	<i>Fish</i>	
Atlantlax, lax	Salmo salar	Atlantic salmon	
Öring- (havs-, insjö-)	Salmo trutta	Brown trout	
Strupsnittsöring	Salmo clarki	Cutthroat trout	
Regnbåge	Salmo gairdneri	Rainbow trout	
"Stillahavslaxar"	Oncorhynchus spp.	Pacific salmon	
Kungslax	Oncorhynchus tshawytscha	Chinook el. king salmon	
	Oncorhynchus nerka	Sockeye el. red salmon	
Indianlax	Oncorhynchus nerka kennerlyi	Kokanee	
Silverlax	Oncorhynchus kisutch	Coho el. silver salmon	
Hundlax	Oncorhynchus keta	Chum el. dog salmon	
Puckellax	Oncorhynchus gorbuscha	Pink el. humpback salmon	
Bäckröding	Salvelinus fontinalis	Brook el. speckled trout	
Kanadaröding	Salvelinus namaycush	Lake trout	

HUR LÄR MAN SIG ODLA?

VATTENBRUKETS UTBILDNINGS- OCH FORSKNINGSFRÅGOR.

Sverige har, till skillnad från många andra länder, ännu ingen organiserad utbildning och forskning för vattenbruk. Denna rapport belyser vattenbrukets internationella situation och redovisar det aktuella forskningsbehovet i Sverige. I rapporten föreslås också en ny utbildnings- och forskningsstruktur för vattenbruk i Sverige.

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 förtjäpande 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.