

Ny selektiv metode til bestandsanalyse og biomanipulation i mindre søer



Af Lasse Birch Højrup
Bachelorprojekt
Statens Naturhistoriske Museum, Zoologisk Museum,
Københavns Universitet
21. december 2011
Vejledere: Peter Rask Møller og Henrik Carl

Forord

Denne rapport er skrevet for at udbrede kendskabet til agnhuse. Håbet med rapporten har været at kunne bevise agnhusets anvendelighed i forbindelse med bestandsanalyse og biomanipulation, og samtidig give et bud på, hvor effektive agnhuse er til at fange visse fiskearter. Samtidig håber jeg, at denne rapport kan give grobund for yderligere undersøgelser omkring agnhuse.

Jeg ønsker først og fremmest at takke mine vejledere lektor Peter Rask Møller og biolog Henrik Carl for hjælp og vejledning i alle processer omkring dette bachelorprojekt. En tak skal også lyde til Marcus Anders Krag, som har været en stor hjælp i forbindelse med undersøgelserne. Jeg ønsker også at takke lektor Gösta Nachman for uvurderlig hjælp til forståelsen af Skalski & Robsons mark-removal estimator. Herudover skal lyde en tak til Charlotte Andersen, Søren Højrup, Birgitte Andreasen, Jeppe Højrup, Carina Andersen, Asmus Birch Jensen, Emil Flindt Christensen, Dorthe Hansen og Ole Bendsen for på den ene eller anden måde at have hjulpet til ved dette projekt.

Resumé

Formålet med denne rapport er at belyse agnhusets effektivitet og anvendelighed ved bestandsanalyse og biomanipulation i mindre søer.

Rapporten tager udgangspunkt i tre undersøgelser foretaget inden for de sidste tre år i mindre søer på under to hektar (ha.): Schweizersøen i Frederiksberg Have, hvor 7-9 agnhuse er sat og røgtet seks gange, Rosenborg Voldgrav, hvor 6-10 agnhuse er sat og røgtet seks gange og Degnemosen i Brønshøj, hvor 10-18 agnhuse er sat og røgtet 14 gange. Ved hver undersøgelse er der foretaget en indledende røgtning med registrering, mærkning og genudsætning af fisk. Herefter er der foretaget gentagne røgtninger med registrering, mærkning af de fisk, som løbende blev mærket og genudsat, samt opfiskning af karusser (*Carassius carassius*) og sølvkarusser (*Carassius auratus*). Mærkningen af fiskene blev foretaget ved et klip i den ene bugfinne. Der blev i alt fanget otte forskellige fiskearter: karpe (*Cyprinus carpio*), suder (*Tinca tinca*), sølvkarusse (*Carassius auratus*), karusse (*Carassius carassius*), rudskalle (*Scardinius erythrophthalmus*), skalle (*Rutilus rutilus*), regnløje (*Leucaspis delineatus*) og aborre (*Perca fluviatilis*).

I Schweizersøen blev der fanget karusse (*Carassius carassius*), sølvkarusse (*Carassius auratus*) og skalle (*Rutilus rutilus*). Bestanden af karusser før undersøgelsen blev estimeret til 2.446 stk., og bestanden af sølvkarusser før undersøgelsen blev estimeret til 52 stk. Der blev opfisket 146,1 kg fisk. I alt blev 90 % af karussebestanden og 97 % af sølvkarussebestanden opfisket.

I Rosenborg Voldgrav blev der fanget karusse (*Carassius carassius*), sølvkarusse (*Carassius auratus*), karpe (*Cyprinus carpio*) og regnløje (*Leucaspis delineatus*). Bestanden af karusser før undersøgelsen blev estimeret til 263 stk., og bestanden af sølvkarusser før undersøgelsen blev estimeret til 15 stk. Der blev opfisket 47 kg fisk. I alt blev 91 % af karussebestanden og 84 % af sølvkarussebestanden opfisket.

I Degnemosen blev der fanget karusse (*Carassius carassius*), sølvkarusse (*Carassius auratus*), karpe (*Cyprinus carpio*), skalle (*Rutilus rutilus*), rudskalle (*Scardinius erythrophthalmus*), aborre (*Perca fluviatilis*) og suder (*Tinca tinca*). Bestanden af karusser før undersøgelsen blev estimeret til 5.182 stk., og bestanden af sølvkarusser før undersøgelsen blev estimeret til 128 stk.. Der blev opfisket 559,6 kg fisk. I alt blev 62 % af karussebestanden og 37 % af sølvkarussebestanden opfisket.

Der blev brugt fire forskellige metoder til at estimere de forskellige fiskebestande. Disse metoder er Petersen, Schnabel, Schumacher-Eschmeyer og Skalski & Robsons mark-removal estimator.

På baggrund af disse analyser er agnhusets anvendelighed til bestandsanalyse og biomanipulation vurderet samt en effektivitet for visse fiskearter udregnet.

Effektiviteten blev bestemt til 0,095-0,152 % af karussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ time}^{-1}$ og 0,068-0,647 % af sølvkarussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ time}^{-1}$. Det vurderes, at agnhuset er et brugbart redskab til at give et billede af fiskediversiteten samt fordelingen af fisk i mindre danske søer. Derudover viser resultaterne, at kombinationen af fangst af fisk med agnhuse og bestandsestimering ved Petersen-metoden under visse forudsætninger er en relativt retvisende, hurtig og nem metode til at bestemme størrelsen af en given fiskebestand. Til sidst sammenlignes resultaterne opnået med agnhusene, med anbefalede mindsteværdier for opfiskning af fredfisk ved biomanipulation. Det kon-

kluderes at agnhusene er et yderst kompetent redskab til biomanipulation af mindre søer. Især er det en stor fordel, at rovfisk og udvalgte fredfisk kan genudsættes uden at have taget skade i modsætning til traditionelle metoder, hvor stort set alle fangne fisk dør.

Abstract

The aim of this journal is to discover the efficiency and usability of the bait fish trap for biomanipulation and population analysis in smaller lakes.

The journal is based on three studies performed during the last three years in lakes of less than two acres: The Schweizer Lake in Frederiksberg Garden where 7-9 bait fish traps have been placed and emptied six times, Rosenborg Moat where 6-10 bait fish traps have been placed and emptied six times, and Degnemosen in Brønshøj where 10-18 bait fish traps have been placed and emptied 14 times. At every study there has been an initial emptying with registration, marking and release of fish. After this there have been multiple rounds of emptying with registration, marking of the fish that were continuously marked and released, and removal of crucian carp (*Carassius carassius*) and goldfish (*Carassius auratus*). The marking of the fish was done with a cut in one of the ventral fins, and eight different species were caught: Carp (*Cyprinus carpio*), tench (*Tinca tinca*), goldfish (*Carassius auratus*), crucian carp (*Carassius carassius*), rudd (*Scardinius erythrophthalmus*), roach (*Rutilus rutilus*), sunbleak (*Leucaspius delineatus*), and perch (*Perca fluviatilis*).

In the Schweizer Lake there was caught crucian carp (*Carassius carassius*), goldfish (*Carassius auratus*) and roach (*Rutilus rutilus*). The population of crucian carp before the study was estimated to 2.446 crucian carp and the population of goldfish before the study was estimated to 52 goldfish. There was removed 146,1 kg fish. Total 90 % of the crucian carp population and 97 % of the goldfish population were removed.

In Rosenborg Moat there was caught crucian carp (*Carassius carassius*), goldfish (*Carassius auratus*), carp (*Cyprinus carpio*) and sunbleak (*Leucaspius delineatus*). The population of crucian carp before the study was estimated to 263 crucian carp and the population of goldfish before the study was estimated to 15 goldfish. There was removed 47 kg fish. Total 91 % of the crucian carp population and 84 % of the goldfish population were removed.

In Degnemosen there was caught crucian carp (*Carassius carassius*), goldfish (*Carassius auratus*), carp (*Cyprinus carpio*), roach (*Rutilus rutilus*), rudd (*Scardinius erythrophthalmus*), perch (*Perca fluviatilis*), and tench (*Tinca tinca*). The population of crucian carp before the study was estimated to 5.182 crucian carp and the population of goldfish before the study was estimated to 128 goldfish. There was removed 559,6 kg fish. Total 62 % of the crucian carp population and 37 % of the goldfish population were removed.

Four different methods were used to estimate the population of the different fish species. These methods are Petersen, Schnabel, Schumacher-Eschmeyer and Skalski & Robsons mark-removal estimator.

With the results from these analyses the bait fish traps usability in population analysis and biomanipulation is assessed, and the efficiency for certain fish species is calculated.

The efficiency is calculated to 0,095-0,152 % of the crucian carp population pr. bait fish trap pr. acre pr. hour and 0,068-0,647 % of the prussian carp population pr. bait fish trap pr. acre pr. hour. It is assessed that the bait fish trap is capable of giving a good indication of the fish diversity and the distribution of fish in smaller Danish lakes. In addition to this, the results show that the combination

of catching fish with the bait fish trap and estimating the population with the Petersen-method in some situations is a relatively accurate, quick and easy method to determine the size of a fish population. At last the results achieved with the bait fish traps are compared with recognized minimum values for removal of fish when biomanipulating. It is concluded that the bait fish trap is very competent as a tool in biomanipulation of smaller lakes. It is especially an advantage that predators and selected cyprinids can be released without damage in contrast to traditional methods which kills almost all caught fish.

Indholdsfortegnelse

Forord	2
Resume	3
Abstract	5
1. Indledning	9
Fangst-genfangst	9
Biomaniplulation	9
Agnhuset.....	11
2. Materialer og metoder	12
Schweizersøen	12
Rosenborg Voldgrav	12
Degnemosen	12
Undersøgelserne	13
Databehandling.....	13
Udregning af effektivitet	15
3. Resultater	16
Schweizersøen	16
Karusser	16
Sølvkarusser	16
Skaller.....	17
Rosenborg Voldgrav	17
Karusser	17
Sølvkarusser	18
Karper	18
Degnemosen	18
Karusser	18
Sølvkarusser	19
Rudskaller.....	19
Aborrer	19
Skaller.....	19
Karper	19

4. Diskussion	20
Fangst-genfangst	20
Petersen-metoden og agnhuse	20
Agnhuse og bestandsanalyse	20
Effektivitet af agnhuse	22
Antal fisk agnhus ⁻¹ time ⁻¹	22
Biomanipulation	22
Agnhuse og biomanipulation	22
Samlet konklusion	23
5. Referencer	24
6. Bilag	26

1. Indledning

Fangst-genfangst

Fangst-genfangst metoden er i over hundrede år blevet brugt til at bestemme antallet af individer i en population (*Southwood & Henderson 2000*). Metoden går ud på, at man fanger et antal individer, som mærkes (for eksempel ved finneklip), og derefter genudsættes i populationen igen. Herefter foretager man en eller flere prøver, hvor et antal individer fra populationen fanges, og antallet af mærkede og umærkede individer i prøven noteres. Der findes mange forskellige metoder, som kan bruges til at beregne populationen, alt efter hvilke forudsætninger man har.

Petersen-metoden, som er opkaldt efter den danske fiskeribiolog C.G.J. Petersens forsøg med flad-fisk i Nordsøen (*Petersen 1896*), er den simpleste metode til udregning af en population. Metoden kræver kun to prøver – én hvor man fanger og mærker dyr fra populationen, og én hvor man fanger dyr og registrerer, hvor mange mærkede og umærkede individer, der er i prøven. Metoden går ud på, at man antager, at andelen af mærkede dyr i populationen, er den samme som andelen af mærkede dyr i forhold til umærkede dyr i den anden prøve (*Schneider 1998, Ogle 2011*).

Schnabel-metoden er en udvidet udgave af Petersen-metoden. Metoden bruges, når man udfører flere prøver, hvor antallet af mærkede og umærkede fisk noteres, og derefter genudsættes i populationen (*Ogle 2011*).

Schumacher-Eschmeyer-metoden er ligeledes en udvidet udgave af Petersen-metoden. Metoden bruges, ligesom Schnabel-metoden, når man udfører flere prøver, hvor antallet af mærkede og umærkede fisk noteres og derefter genudsættes i populationen (*Schneider 1998, Ogle 2011*).

Skalski & Robsons mark-removal estimator bruges, når man løbende fjerner de fisk, der fanges i de prøver, der tages efter første mærkning (*Skalski & Robson 1982*). Metoden er noget mere kompliceret end de foregående.



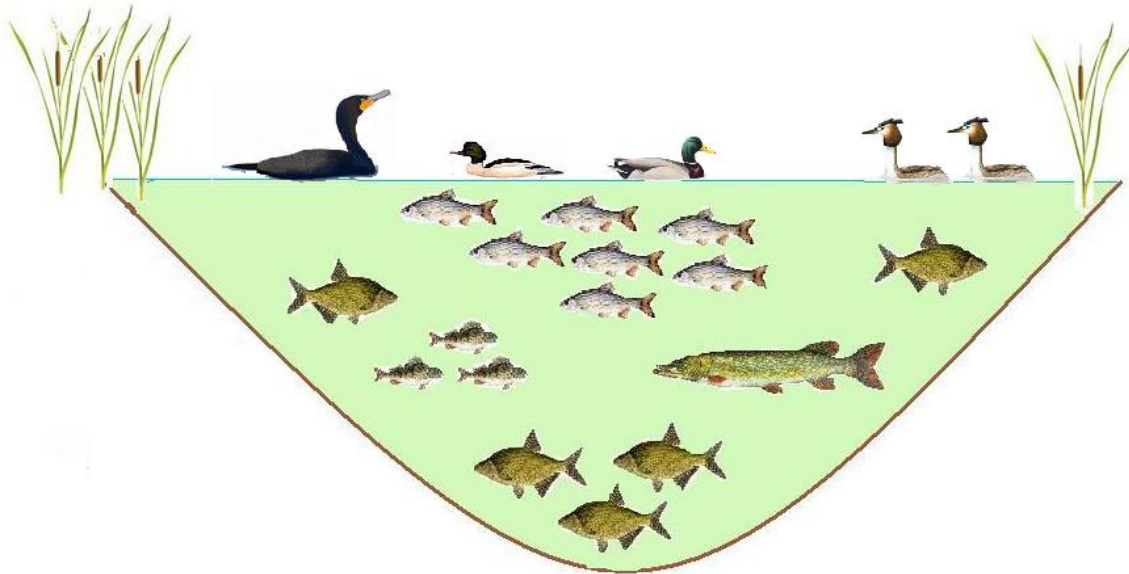
Finneklip af karusse

Biomanipulation

Sørestaurering i form af biomanipulation har været brugt siden 1975 (*Meijer et al. 1999*). I løbet af de sidste 20 år er over 80 søer blevet biomanipuleret i Danmark (*Liboriussen et al. 2007*). Der findes mange forskellige måder at biomanipulere på, men de hyppigst brugte er udsætning af rovfisk og opfiskning af fredfisk (skidtfisk) (*Liboriussen et al. 2007*) – altså manipulering af søens fiskebestand.

Mange søer i Danmark lider under for højt næringsindhold (*Søndergaard et al. 2007, Liboriussen et al. 2007*). Dette skyldes især udledning af næringsrigt spildevand og drænvand fra landbruget, som med dets store indhold af fosfor giver et stort vækstgrundlag for de alger, der findes i søen. Algerne kan således få en eksplosiv vækst og dermed udskygge undervandsplanterne, som dør. Dermed vil

de fuglearter, som lever af undervandsplanterne, stille og roligt forsvinde, og fuglebestanden vil blive domineret af fiskespisende arter. Samtidig gør algerne vandet så uklart, at søens rovfisk får sværere ved at jage, og dermed vokser bestanden af fredfisk såsom brasen og skalle. Disse lever især af zooplankton, som ellers græsser på algerne, og da antallet af fredfisk vokser, stiger predationstrykket på zooplanktonet også. Dermed falder græsningstrykket på algerne, som får endnu bedre vækstbetingelser, og således er en ond cirkel startet (*Figur 1*) (*Jeppesen et al 2005, Liboriussen et al. 2007*).



Figur 1

Den eutrofe (urene) sø karakteriseres ved:

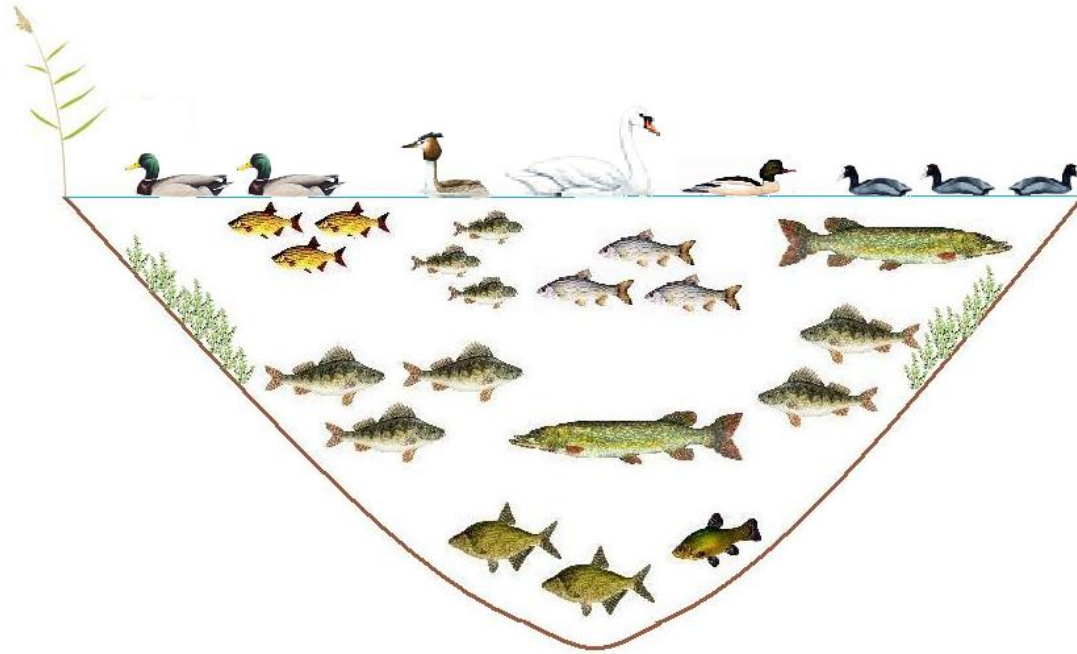
- Uklart (grønt) vand
- Ingen undervandsplanter
- Mange fredfisk
- Få rovfisk, små aborrer
- Lav diversitet
- Få plantespisende fugle, mange fiskespisende fugle

Når man biomanipulerer en sø, er det for at bryde denne onde cirkel og gøre søen ”renere”. Med en renere sø mener man en forøget sigtdybde, et lavere totalfosforindhold, et lavere klorofylindhold og en sund og divers fiskebestand med et højt rovfisk:fredfisk forhold (*Figur 2*) (*Liboriussen et al. 2007*). For at kunne opnå dette, kræver det først og fremmest, at den eksterne næringsbelastning bliver kraftigt reduceret. Herudover skal der opfiskes en stor del af fredfiskebestanden. Mængden af fredfisk, der skal opfiskes, angives hos nogle kilder til mere end 200 kg fisk ha⁻¹ (*Liboriussen et al. 2007*), mens det hos andre kilder angives som 75-80 % af fredfiskebestanden for at opnå de ønskede effekter (*Meijer et al. 1999, Mehner et al. 2004, Jeppesen et al 2005*). Meget tyder dog på, at der efter 8-10 år vil ske et tilbagefald til før-tilstanden (*Liboriussen et al. 2007*).

De hyppigst brugte metoder til at opfiske fredfisk med er vod, bundgarn og gællenet (*Liboriussen et al. 2007*). Ved disse metoder dør de fleste af de fisk, der fanges, og det er således ikke muligt at sortere rovfisk fra og genudsætte dem. Et eksempel på dette er Bastrup Sø, hvor man udførte opfiskning af fredfisk med vod og garn i 1995-1997 (*Liboriussen et al. 2007*). Her opfiskede man lidt

over 6 ton fredfisk, men samtidig fjernede man også 724 kg gedder og aborrer. Herefter brugte man så penge på at udsætte 100.000 stk. geddeyngel (*Liboriussen et al. 2007*).

Biomanipulation ved opfiskning af fredfisk koster i gennemsnit 13.000 kr. ha⁻¹ og anses for den billigste form for biomanipulation (*Liboriussen et al. 2007*). Opfiskning af fredfisk er den metode, jeg vil koncentrere mig om at beskrive i denne rapport, da det er denne form for biomanipulation, som agnhuset kan bidrage til.



Figur 2

Den oligotrofe (rene) sø karakteriseres ved:

- Klart vand
- Mange undervandsplanter
- Få fredfisk
- Mange rovfisk, store aborrer
- Høj diversitet
- Mange plantespisende fugle, få fiskespisende fugle

Agnhuset

Agnhuset er et forholdsvist nyt redskab til at fange fisk med. I Danmark bruges det mest af lystfiskere til fangst af agnfisk, som bruges til fiskeri efter rovfisk. Agnhuset er en slags miniruse eller fiskefælde, hvori der lægges foder, som fiskene tiltrækkes af. Det er sammenklappeligt og fylder derfor ikke særlig meget, når det ikke bruges. Når agnhuset skal bruges, slås det let ud (som en paraply). Agnhuset er 70 cm højt og har seks tunge "fødder", som sørger for, at det synker ned til bunden. I toppen af agnhuset bindes en snor, og på denne monteres en flyder (for eksempel en plastflaske med låg), så agnhuset kan findes igen. I siden har agnhuset en tragtformet åbning, der er 30 cm i højden. Denne åbning kan fiskene let svømme ind igennem, men de har svært ved at svømme ud af den igen. Maskestørrelsen er 16 mm, og nettet er af nylon. Det kan let sættes ene mand ved hjælp af waders eller båd. I bunden af agnhuset monteres to snorelåse på en snor, som holder bunden sammen. Når agnhuset skal tømmes, løsnes lukningen ved hjælp af snorelåsene, og fiskene, der er gået i agnhuset, tømmes dermed nænsomt ud. Prisen pr. agnhus er ca. 500 kroner.

De fleste fisk kan fanges med agnhuset (*Atlasdatabasen 2011*), men da det foder, der lægges i, appellerer mest til karpefisk, er det hovedsageligt disse, der går i.

Agnhuset er siden 2008 blevet brugt hyppigt af fiskeafdelingen på Zoologisk Museum til fangst af fisk i mindre søer i forbindelse med fiskeundersøgelse og undervisning. Agnhuset har især været til stor hjælp i forbindelse med projektet ”Atlas over danske ferskvandsfisk” – en kortlægning af Danmarks ferskvandsfisk og deres udbredelse, hvor det har vist sig effektivt til fangst af arter (for eksempel suder og karusse), som ser ud til at have lav fangbarhed i andre redskaber (for eksempel oversigtsgarn) (*P.R. Møller pers. komm.*). Der forekommer dog ingen videnskabelig dokumentation på agnhusets effektivitet. Denne rapport fokuserer derfor på at belyse agnhusets effektivitet og anvendelighed ved bestandsanalyse og biomanipulation i mindre søer i Danmark.

2. Materialer og metoder

Lokaliteter

Schweizersøen

Schweizersøen er en sø på ca. 0,3 ha. beliggende i Frederiksberg Have, København. Før undersøgelsen var der registreret karusse, sølvkarusse og skalle i søen (*Atlasdatabasen 2011*). Undersøgelsen bestod af en røgtning med mærkning af fisk og fem røgtninger med opfiskning. Undersøgelsen blev foretaget af Henrik Carl og Marcus Krag fra Zoologisk Museum i tidsrummet 30. marts – 4. maj 2009. Der blev brugt 7-9 agnhuse.

Rosenborg Voldgrav

Voldgraven ved Rosenborg Slot i Kongens Have, København, er på 0,6 ha. Før undersøgelsen var der registreret karpe, regnløje, ål, nipigget hundestejle, sølvkarusse og karusse (*Atlasdatabasen 2011*). Undersøgelsen bestod af en røgtning med mærkning af fisk (seks agnhuse sat) og fem røgtninger med opfiskning (10 agnhuse sat). I forbindelse med mærkningen af fisk blev der også opfisket 30 karper med stang og krog. Undersøgelsen blev foretaget i tidsrummet 22. maj – 30. juni 2011.

Degnemosen

Degnemosen er en 1,39 ha. stor parksø beliggende i Brønshøj, København. Før undersøgelsen var der registreret bitterling, aborre, ål, gedde, sølvkarusse, karpe, karusse, rudskalle, regnløje, suder og skalle (*Atlasdatabasen 2011*). Undersøgelsen bestod af en røgtning med mærkning af fisk (10 agnhuse sat) og 13 røgtninger med opfiskning af karusser og sølvkarusser samt mærkning, registrering og genudsætning af de øvrige fiskearter (10-18 agnhuse sat). Undersøgelsen blev foretaget i tidsrummet 13. september – 5. oktober 2011.

Tabel 1: Oversigt over de tre lokaliteter.

Lokalitet	Størrelse	Agnhuse sat	Røgtninger	Mandetimer brugt
Schweizersøen	0,3 ha	7-9	6	14
Rosenborg Voldgrav	0,6 ha	6-10	6	15
Degnemosen	1,39 ha	10-18	14	56

Undersøgelserne

Til undersøgelserne blev der brugt 6-18 agnhuse pr. gang. Til disse blev der brugt ca. 0,2 kg foder (tør tilstand) pr. agnhus. Foderet, der blev brugt til undersøgelserne, bestod af rasp blandet med en ganske almindelig forfoderblanding til lystfiskeri, som kan købes i de fleste fiskegrejsforretninger. Kiloprisen på foderet er ca. 17 kr./kg. Foderet blev hældt i en spand, opblandet med søvand og derefter formet til appelsinstore kugler, som blev lagt i agnhusene (én kugle pr. agnhus). Foderblandingen tog ca. ti minutter pr. gang. Agnhusene blev enten sat ved at vade dem ud i waders eller ro dem ud i gummibåd. Agnhusene blev placeret spredt i søen. Hvert agnhus havde monteret en flyder, så de kunne findes igen. Agnhusene blev hovedsageligt sat om aftenen og tømt om morgenen. Isætningen af agnhuse tog ca. en time (én mand), og røgtningen tog ca. en time (to mand). Tiden, hvori agnhusene var ude, blev noteret. Der blev flere gange prøvet at sætte agnhusene om dagen, men for det meste uden et særlig godt resultat. Inden røgtningen blev vandtemperaturen målt. Til tømningen af agnhusene benyttedes en stor balje, som fiskene blev tømt ud i. Herefter blev de sorteret, talt og eventuelt målt og vejjet. Finneklippene blev udført med en saks, og der blev klippet et stykke af den ene bugfinne af. For de fisk, der blev opfisket og fjernet (karusser og sølvkarusser), blev der kun finneklippet ved den første røgtning, hvor alle fisk blev genudsat. De øvrige fiskearter, som løbende blev fanget og genudsat, blev mærket ved hver røgtning, hvis de ikke i forvejen var mærkede. I forbindelse med undersøgelserne blev der ikke registreret døde fisk som følge af finneklippingen. Den samlede vægt af de fisk, der blev fjernet, blev noteret.

Databehandling

Til undersøgelserne i denne rapport er der brugt fire forskellige metoder, som alle har samme forudsætninger. Disse forudsætninger er:

- De mærkede dyr er upåvirkede (både i adfærd og levetid) af mærkningen, og mærkerne mistes ikke.
- De mærkede dyr bliver fuldstændig opblandet med resten af populationen.
- Sandsynligheden for at fange et mærket dyr er lige så stor som sandsynligheden for at fange et hvilket som helst andet medlem af populationen – dvs. prøverne tages fuldstændig tilfældigt i forhold til mærkestatus, alder og køn.
- Alle mærker genkendes ved genfangst.
- Populationen er lukket dvs. der forekommer ikke migration, dødsfald eller rekruttering i prøveperioden.

Petersen-metoden ser ud som følgende:

$$\hat{N} = \frac{M \cdot n}{m}$$

\hat{N}	Den estimerede størrelse af populationen lige inden den første prøve.
M	Antallet af fisk i den første prøve (antallet af fisk der mærkes).
n	Antallet af fisk i den anden prøve.
m	Antallet af mærkede fisk i den anden prøve.

Metoden er brugt for at vurdere, hvorvidt kombinationen af denne meget simple og tidsbesparende metode og fangst af fisk ved hjælp af agnhuse ville kunne give et godt bestandsestimat af fiskene i en sø i forhold til de mere komplicerede og tidskrævende metoder.

Schnabel-metoden ser ud som følgende:

$$\hat{N} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i M_i}{\left(\sum_{i=1}^k m_i\right) + 1}$$

\hat{N}	Den estimerede størrelse af populationen lige inden den første prøve.
k	Antallet af prøver i hele undersøgelsen ($i = 1 \dots k$).
n_i	Antallet af fisk i den i 'ende prøve.
M_i	Antallet af mærkede fisk i populationen lige inden den i 'ende prøve ($M_1 = 0$).
m_i	Antallet af mærkede fisk i den i 'ende prøve ($m_1 = 0$).

Metoden er brugt til at udregne bestandene for de fisk, som er genudsat efter fangsten. Dette gælder karper, sølvkarusser (guldfisk), rudskaller, skaller og aborrer. Herefter er metoden sammenholdt med Schumacher-Eschmeyer-metoden for at vurdere, det fundne estimats gyldighed.

Schumacher-Eschmeyer-metoden ser ud som følgende:

$$\hat{N} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i M_i^2}{\sum_{i=1}^k m_i M_i}$$

\hat{N}	Den estimerede størrelse af populationen lige inden den første prøve.
k	Antallet af prøver i hele undersøgelsen ($i = 1 \dots k$).
n_i	Antallet af fisk i den i 'ende prøve.
M_i	Antallet af mærkede fisk i populationen lige inden den i 'ende prøve ($M_1 = 0$).
m_i	Antallet af mærkede fisk i den i 'ende prøve ($m_1 = 0$).

Metoden er brugt til at udregne bestandene for de fisk, som er genudsat efter fangsten. Herefter er metoden sammenholdt med Schnabel-metoden for at vurdere, det fundne estimats gyldighed..

Skalski & Robsons mark-removal estimator ser ud som følgende:

$$k \cdot \ln(1 - p) + \sum_{i=0}^{u-1} \frac{1}{(N - M - i)} = 0$$

$$\frac{r}{p} - \frac{t_2 + k \cdot (N - r)}{(1 - p)} = 0$$

k	Antallet af prøver hvor fisk fjernes.
p	Hver fisks sandsynlighed for at blive fanget pr. prøve.
N	Den estimerede størrelse af populationen lige inden den første prøve.
u	Antallet af umærkede fisk fanget under opfiskningen.
m	Antallet af mærkede fisk fanget under opfiskningen.
r	Antallet af fisk fjernet (u + m).
n_i	Antallet af fisk fanget ved i'ende prøve.
M	Antallet af fisk der mærkes.
t_2	$\sum_{i=1}^k (i-1)n_i$

De ubekendte i de to ligninger er p og N , og man kan så sætte de kendte værdier ind i ligningerne og få et computerprogram (for eksempel Microsoft Excel) til at udregne værdien af de to ubekendte, hvis begge ligninger skal give 0. Denne metode er brugt til at udregne start-bestandene af de fisk, som løbende er blevet fjernet, dvs. sølvkarusse og karusse. På den måde kan man finde ud af, hvor effektive agnhusene har været, samt hvor stor en procentdel af bestanden, der er fjernet.

Udregning af effektivitet

Effektiviteten af agnhusene er udregnet i % af fiskebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1}$. Beregningen er lavet for henholdsvis karusse og sølvkarusse i alle tre vande, og er beregnet ud fra den fangst, der var efter agnhusene var sat første gang i det pågældende vand. På dette tidspunkt var fiskene upåvirkede overfor agnhuse og foder. Udregningen for effektiviteten ser således ud:

$$\text{Effektivitet den første nat i \%} = \frac{\text{Antal fisk fanget}}{\text{Estimeret bestand}} \cdot 100\%$$

$$\text{Agnhuse ha}^{-1} = \text{Antal agnhuse sat} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\text{Søens areal i m}^2}{10.000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}} \right)}$$

$$\text{Effektivitet i \% af bestand agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{nat}^{-1} = \frac{\text{Effektivitet den første nat i \%} / \text{Agnhuse ha}^{-1}}{\text{Antal timer agnhusene har stået}} \cdot 12 \text{ timer}$$

$$\text{Effektivitet i \% af bestand agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{time}^{-1} = \frac{\text{Effektivitet i \% af bestand agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{nat}^{-1}}{12 \text{ timer/nat}}$$

Alt data blev indtastet i programmet Microsoft Excel. Dette program blev brugt til at lave grafer og diagrammer samt udregningerne foretaget ved Petersen-metoden og Skalski & Robsons mark-removal estimator. Til sidstnævnte blev funktionen ”solver” benyttet.

Til de yderligere bestandsestimater blev matematikprogrammet TI-Interactive brugt (*Texas Instruments*).

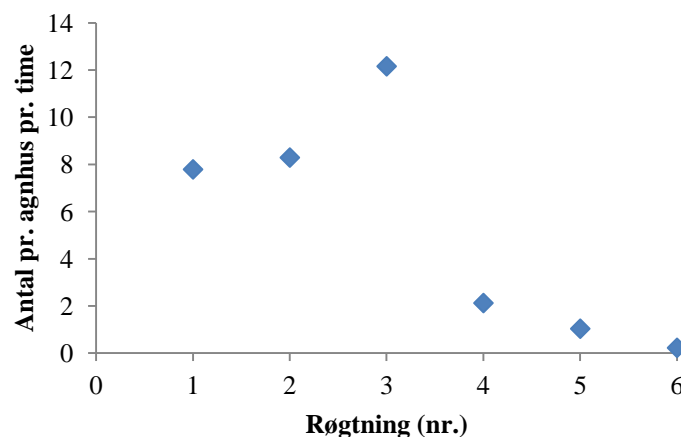
3. Resultater

Schweizersøen

Der blev opfisket og fjernet 146,1 kg fisk, som omregnet til kg ha^{-1} giver 487 kg fjernede fisk ha^{-1} .

Karusser

I Schweizersøen blev 654 karusser mærket. I alt 2.200 karusser (564 mærkede) blev opfisket og fjernet. Den samlede vægt af disse var 112,1 kg. Gennemsnitsvægten på karusserne var 50,97 g. Antallet af karusser, der blev fanget $\text{agnhus}^{-1} \text{ time}^{-1}$ ved første røgtning, var 7,8. Ved opfiskningen (røgtning 2-6) faldt den fra 8,3 til 0,2 (*Figur 3*).



Figur 3: Antallet af karusser $\text{agnhus}^{-1} \text{ time}^{-1}$ i Schweizersøen ved de forskellige røgtninger. Bemærk at fangsten af agnhusene blev puljet for hver røgtning.

Bestanden af karusser i Schweizersøen udregnet med Petersen-metoden blev estimeret til 2.515 stk.. Bestanden af karusser udregnet med Skalski & Robsons mark-removal estimator blev estimeret til 2.446 stk. (95 % CL: 2.410-2.482). Ved brug af tallet fra Skalski & Robsons mark-removal estimator blev det estimeret, at 90 % af karussebestanden var blevet opfisket. Samme estimat blev, sammen med tallene fra første gang agnhusene blev sat, brugt til at udregne agnhusenes effektivitet. Denne blev estimeret til at være 1,15 % af karussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ nat}^{-1}$ (12 timer) eller 0,095 % af karussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ time}^{-1}$.

Sølvkarusser

10 sølvkarusser blev mærket. I alt 51 sølvkarusser (8 mærkede) blev opfisket og fjernet. Den samlede vægt af disse var 29,6 kg. Gennemsnitsvægten var 580 g. Bestanden af sølvkarusser i Schweizersøen udregnet med Petersen-metoden blev estimeret til 66 stk. Bestanden af sølvkarusser udregnet med Skalski & Robsons mark-removal estimator blev estimeret til 52 stk. (95 % CL: 52-53).

Ved brug af tallet fra Skalski & Robsons mark-removal estimator blev det estimeret, at 97 % af sølvkarussebestanden var blevet opfisket. Effektiviteten blev estimeret til at være 0,82 % af sølvkarussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{nat}^{-1}$ eller 0,068 % af sølvkarussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{time}^{-1}$.

Skaller

Ingen skaller blev mærket. Der blev fanget 33 skaller med en samlet vægt på 4,4 kg, som alle blev fjernet.

Tabel 2: Oversigt over de fangne fisk i Schweizersøen.

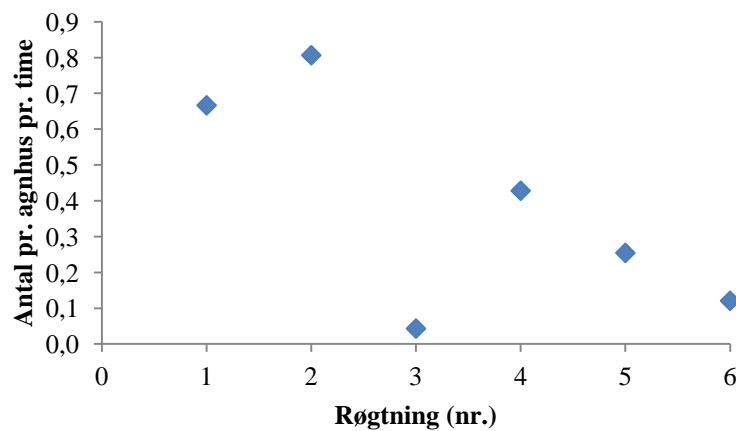
Schweizersøen	Mærket	Antal opfisket (mærkede)	Kg opfisket	Bestand m. Petersen (antal)	Bestand m. S & R (antal)	% af bestand opfisket
Karuse	654	2.200 (564)	112,1	2.515	2.446	90 %
Sølvkaruse	10	51 (8)	29,6	66	52	97 %
Skalle		33	4,4			

Rosenborg Voldgrav

I alt 47 kg fisk blev fjernet. Omregnes dette til kg ha^{-1} , giver det 78 kg fjernede fisk ha^{-1} .

Karusser

56 karusser blev fanget og mærket. I alt 239 karusser (53 mærkede) blev opfisket og fjernet. Den samlede vægt af disse var 37,4 kg. Gennemsnitsvægten på karusserne var 156 g. Antallet af fangede karusser $\text{agnhus}^{-1} \text{time}^{-1}$ ved første røgtning var 0,7. Ved opfiskningen (røgtning 2-6) faldt den fra 0,8 til 0,1 (Figur 4).



Figur 4: Antallet af karusser $\text{agnhus}^{-1} \text{time}^{-1}$ i Rosenborg Voldgrav ved de forskellige røgtninger. Bemærk at fangsten af agnhusene blev puljet for hver røgtning. Bemærk at 3. røgtning fiskede om dagen, resten om natten.

Bestanden af karusser i Rosenborg Voldgrav udregnet med Petersen-metoden blev estimeret til 186 stk. Bestanden af karusser udregnet med Skalski & Robsons mark-removal estimator blev estimeret til 263 stk. (95 % CL: 249-277). Ved brug af tallet fra Skalski & Robsons mark-removal estimator blev det estimeret, at 91 % af karussebestanden var blevet opfisket. Effektiviteten blev estimeret til at være 1,83 % af karussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{nat}^{-1}$ eller 0,152 % af karussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{time}^{-1}$.

Sølvkarusser

14 sølvkarusser blev mærket. I alt 13 sølvkarusser (12 mærkede) blev opfisket og fjernet. Den samlede vægt af disse var 6,6 kg. Gennemsnitsvægten var 510 g. Bestanden af sølvkarusser i Rosenborg Voldgrav udregnet med Petersen-metoden blev estimeret til 16 stk. Bestanden af sølvkarusser udregnet med Skalski & Robsons mark-removal estimator blev estimeret til 15 stk. (95 % CL: 15-16). Ved brug af tallet fra Skalski & Robsons mark-removal estimator blev det estimeret, at 84 % af sølvkarussebestanden var blevet opfisket. Effektiviteten blev estimeret til at være 7,76 % af sølvkarussebestanden $\text{agnus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{nat}^{-1}$ eller 0,647 % af sølvkarussebestanden $\text{agnus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{time}^{-1}$.

Ud over de fisk der blev opfisket og fjernet (*Tabel 3*), blev syv guldfisk fanget og genudsat.

Karper

En karpe blev fanget og genudsat. Seks karper og to karpekarusser blev opfisket.

Tabel 3: Oversigt over de fangede og fjernede fisk i Rosenborg Voldgrav.

Rosenborg Voldgrav	Mærket	Antal opfisket (mærkede)	Kg opfisket	Bestand m. Petersen (antal)	Bestand m. S & R (antal)	% af bestand opfisket
Karusse	56	239 (53)	37,4	186	263	91 %
Sølvkarusse	14	13 (12)	6,6	16	15	84 %
Karpe		6	1,8			
Karpekarusse		2	1,2			

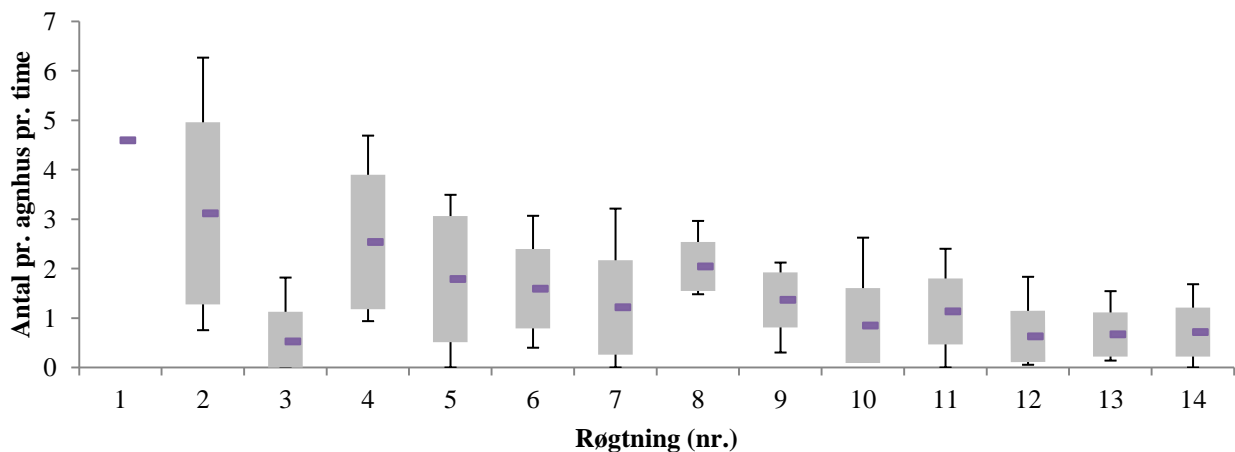
Degnemosen

Der blev i alt opfisket 559,6 kg fisk. Omregnes dette til kg ha^{-1} svarer det til 402,6 kg fjernede fisk ha^{-1} .

Karusser

620 karusser blev mærket. 3.191 (455 mærkede) karusser blev opfisket og fjernet. Den samlede vægt af disse var 538,3 kg. Gennemsnitsvægten på karusserne var 169 g. Antallet af fangede karusser $\text{agnus}^{-1} \text{time}^{-1}$ var 4,6 ved første røgtning. Ved opfiskningen (røgtning 2-14) faldt den fra 3,1 til 0,7 (*Figur 5*):

Bestanden af karusser i Degnemosen udregnet med Petersen-metoden blev estimeret til 6.566 stk. Bestanden af karusser udregnet med Skalski & Robsons mark-removal estimator blev estimeret til 5.182 stk. (95 % CL: 4.935-5.429). Ved brug af tallet fra Skalski & Robsons mark-removal estimator blev det estimeret, at 62 % af karussebestanden var blevet opfisket. Effektiviteten blev estimeret til at være 1,51 % af karussebestanden $\text{agnus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{nat}^{-1}$ eller 0,123 af karussebestanden $\text{agnus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{time}^{-1}$.



Figur 5: Antallet af karusser fanget $\text{agnhus}^{-1} \text{ time}^{-1}$ i Degnemosen ± 1 standardafvigelse og med range for hver røgtning. Den lille firkant er gennemsnittet, den grå firkant er standardafvigelsen, og linjerne er rangen. Bemærk at 3. røgtning fiskede om dagen, resten om natten.

Sølvkarusser

I alt 27 sølvkarusser blev mærket, og 48 (10 mærkede) blev fanget og opfisket. Den samlede vægt af disse var 21,3 kg. Gennemsnitsvægten var 565 g. Bestanden af sølvkarusser i Degnemosen kunne ikke udregnes med Petersen-metoden, da ingen mærkede fisk blev fanget ved anden røgtning. Bestanden af sølvkarusser udregnet med Skalski & Robsons mark-removal estimator blev estimeret til 128 stk. (95 % CL: 84-173). Ved brug af estimatorerne fra Skalski & Robsons mark-removal estimator blev det estimeret, at 37 % af sølvkarussebestanden var blevet opfisket. Effektiviteten blev estimeret til at være 2,12 % af karussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ nat}^{-1}$ eller 0,177 % af sølvkarussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ time}^{-1}$.

Derudover blev der fanget 11 guldfisk, som blev genudsat.

Rudskaller

I alt 95 rudskaller blev fanget, og af disse var der tre genfangster. Bestanden af rudskaller i Degnemosen udregnet med Schnabel-metoden blev estimeret til 966 stk. Udregnet med Schumacher-Eschmeyer blev bestanden estimeret til 1.013 stk. (95 % CL 255-1.770).

Aborrer

I alt 123 aborrer blev fanget, og af disse var der ti genfangster. Bestanden af aborrer i Degnemosen udregnet med Schnabel-metoden blev estimeret til 553 stk. Udregnet med Schumacher-Eschmeyer blev bestanden estimeret til 793 stk. (95 % CL 113-1.472).

Skaller

I alt 43 skaller blev fanget, og af disse var der ingen genfangster. Derfor kunne et bestandsestimat ikke laves.

Karper

I alt 67 karper blev fanget, og af disse var 12 genfangster. Af de fangede karper var der to større individer på 4,35 kg og 8,5 kg. Bestanden af karper i Degnemosen udregnet med Schnabel-metoden blev estimeret til 111 stk. Udregnet med Schumacher-Eschmeyer blev bestanden estimeret til 107 stk. (95 % CL 63-150).

Tabel 4: Oversigt over de fangede og fjernede fisk i Degnemosen.

Degnemosen	Mærket	Antal opfisket (mærkede)	Kg opfisket	Bestand m. Petersen (antal)	Bestand m. S & R (antal)	% af bestand opfisket
Karusse	620	3.191 (455)	538,3	6.566	5.182	62 %
Sølvkarusse	27	48 (10)	21,3		128	37 %

Tabel 5: Oversigt over de fangede og genudsatte fisk i Degnemosen.

Degnemosen	Antal fanget (mærkede)	Mærket	Bestand m. Schnabel (antal)	Bestand m. Schumacher-Eschmeyer (antal)
Rudskalle	95 (3)	89	966	1.013
Aborre	123 (10)	88	553	793
Skalle	43 (0)	37	-	-
Karpe	67 (12)	54	111	107
Suder	1 (0)	1	-	-

4. Diskussion

Fangst-genfangst

Petersen-metoden og agnhuse

Kombinationen af fangst ved hjælp af agnhuse og bestandsestimering ved Petersen-metoden kunne lade sig gøre i fem ud af seks tilfælde for karusser og sølvkarusser. I fire af disse tilfælde overestimerede Petersen-metoden bestanden, og kun i et af disse var estimeret inden for 95 % konfidensgrænserne fra Skalski & Robsons mark-removal estimator. I det sidste tilfælde underestimerede Petersen-metoden tydeligvis bestanden af karusser i Rosenborg Voldgrav, da estimeret var mindre end det antal karusser, der var fanget ved undersøgelsen. Det er derfor tydeligt, at der er en vis usikkerhed ved at bruge Petersen-metoden, men generelt set gav den et realistisk og tilnærmelsesvis fint estimat på bestandens størrelse. Med tanke på hvor tidsbesparende denne kombination er, ville den bestemt være brugbar i en situation, hvor et omtrent estimat af fiskebestanden skal bruges. Dog kræver det, at den fiskeart, man undersøger, forekommer i et vist antal, således at man fanger en pæn mængde fisk ved røgtningerne samt har mulighed for at genfange fisk.

Agnhuse og bestandsanalyse

Anvendeligheden af agnhuse til bestandsanalyse kan bedømmes på flere måder. Kigger man på, hvad man vidste om de tre søers fiskefauna før undersøgelse, ses det, at agnhusene giver et godt indblik i, hvad der findes i de forskellige søer.

I Schweizersøen blev der i løbet af undersøgelsen fanget alle de tre fiskearter, man kendte til i forvejen.

I Rosenborg Voldgrav fangede agnhusene fire af de seks i forvejen kendte arter. Ål og nipigget hundestejle blev ikke registreret. Sidstnævnte er højst sandsynligt for lille til at kunne fanges med agnhuset. Ål er ofte registreret med agnhuse (*Atlasdatabasen 2011*). Sammenligner man dette med det faktum, at den registrering, der har været af ål i voldgraven, er et enkelt tilfælde af en død ål

fundet i midten af 60'erne (*Atlasdatabasen 2011*) kunne det tyde på, at bestanden af ål i Rosenborg Voldgrav er forsvundet eller er utroligt lille.

I Degnemosen var der fire af de i forvejen kendte arter, som ikke blev registreret: ål, bitterling, regnløje og gedde. Regnløje blev set i store stimer i overfladen i løbet af undersøgelsen, og bitterling er registreret samme år (*Atlasdatabasen 2011*), så begge arter er sandsynligvis for små til at blive fanget i agnhuset. Bitterlingen er ydermere planteæder, og det kan meget vel tænkes, at den derfor ikke reagerer på foderet. Gedde findes højst sandsynligt ikke i mosen mere som følge af de to sidste års meget hårde vintre. Registreringen af ål er her også begrænset til et enkelt tilfælde, hvor to døde ål blev fundet (*Atlasdatabasen 2011*). Bestanden af ål er derfor, ligesom i Rosenborg Voldgrav, højst sandsynlig meget lille eller helt forsvundet.

Konklusionen er dermed, at agnhuse er gode til at give et billede af fiskediversiteten i mindre danske søer.

Ser man på agnhusenes anvendelighed til at give et billede af, hvordan fiskearterne er fordelt, varierer denne noget mellem de forskellige fiskearter.

Karusse var den dominerende fiskeart i alle tre søer, og et rimelig præcist estimat kan derfor gives for alle søerne, da fangsten og genfangsten har været stor.

Sølvkarusse er langt fra en af de hyppigste fiskearter i alle tre søer, men det tyder på, at agnhuse er ekstremt effektive til lige præcis denne art, da fangsten og genfangsten er meget stor.

Karper fandtes i to af de tre undersøgte søer, men blev kun mærket og genfanget i Degnemosen. Her var det muligt at lave et rimelig godt bestandsestimat for de mindre fisk med stort set samme resultat for de to udregningsmetoder. Karper kan i Danmark blive over 20 kg, og der vil uden tvivl være en størrelsesbegrænsning hos agnhusene i forhold til fangst af karper. Undersøgelserne var da også mest præget af mindre karper, selvom der blev set en del større karper i begge søer. Agnhusene formåede dog at fange i alt tre større karper helt op til 8,5 kg, hvilket viser, at de i hvert fald har en mulighed for at registrere fisk op til denne størrelse. Da der både i Rosenborg Voldgrav og Degnemosen blev set en hel del store karper virkede det som om, at agnhusene ikke var særligt effektive til de større fisk, hvilket gør sig gældende for stort set alle fangstredskaber på nær stang og krog.

Rudskalle og aborre blev kun fanget i Degnemosen. Begge arter blev fanget regelmæssigt, og det var således muligt at komme med et tilnærmelsesvis godt estimat af de to bestande. De to udregningsmetoder varierede noget, men gav dog begge samme billede af den omtrentlige bestand af de to arter.

Skalle blev fanget i to søer, men det var ikke muligt at komme med et estimat ved nogen af søerne. Det forventes dog, at det ville være muligt at komme med et fornuftigt bestandsestimat i søer, hvor skallen er dominerende.

Alt i alt vurderes det, at agnhuse er et brugbart redskab til bestemmelse af antallet af de forskellige fiskearter, når det gælder fisk mellem ca. 5-100 cm. En fordel ved agnhusene er især, at fiskene ikke dør ved fangsten, og at der således ikke bliver ændret i fiskebestanden ved at lave en bestandsanalyse. Derved kan metoden bruges på steder, hvor man ikke er interesseret i at skade fiskene.

Effektivitet af agnhuse

På baggrund af de tre undersøgelser vil jeg foreslå, at der sættes 15 agnhuse ha^{-1} for at opnå den maksimale effektivitet.

Effektiviteten i % af karussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{time}^{-1}$ er for de tre undersøgelser udregnet til 0,095-0,152. Sættes 15 agnhuse ha^{-1} i 12 timer, vil man altså ifølge denne udregnede effektivitet af agnhusene have fanget 17-27 % af karussebestanden ved første røgtning.

Effektiviteten i % af sølvkarussebestanden $\text{agnhus}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{time}^{-1}$ er for de tre undersøgelser udregnet til 0,068-0,647. Sættes 15 agnhuse ha^{-1} i 12 timer, vil man altså ifølge denne udregnede effektivitet af agnhuse have fanget 12-100 % af sølvkarussebestanden ved første røgtning. Grunden til det store spænd i denne udregning er, at der i Rosenborg Voldgrav blev fanget ca. 90 % af sølvkarussebestanden med kun seks agnhuse den første nat.

Antal fisk $\text{agnhus}^{-1} \text{time}^{-1}$

På alle tre lokaliteter ses det tydeligt, at antallet af fisk $\text{agnhus}^{-1} \text{time}^{-1}$ falder med antallet af røgtninger. Dette er en god indikation på, at der bliver gjort et indhug i fiskebestanden. Antallet af fisk $\text{agnhus}^{-1} \text{time}^{-1}$ ved første røgtning kunne ligeledes bruges sammen med den udregnede effektivitet og Petersen-metoden til at give en indikation på størrelsen af den undersøgte bestand.

Biomanipulation

Agnhuse og biomanipulation

De fisk, der blev fjernet som led i biomanipulation var karusse og sølvkarusse. Der blev fjernet henholdsvis 62%, 91% og 90% af karussebestanden i de tre vande og 37%, 84% og 97% af sølvkarussebestanden. Det anbefales at ca. 75-80% af fredfiskebestanden skal fjernes for at få en effekt på vandkvaliteten (*Mehner et al. 2004, Jeppesen et al. 2005*), og dette er agnhusene tydeligvis i stand til.

Andre steder antydes det, at der skal fjernes mindst 200 kg fredfisk ha^{-1} indenfor maksimalt 3 år, hvis der skal være en effekt af opfiskning (*Liboriussen 2007*). Både i Degnemosen og Schweizer-søen fangede agnhusene mere end det dobbelte af denne mængde på relativt kort tid. Det vurderes derfor, at agnhusene er yderst kompetente til at kunne fjerne den krævede mængde fredfisk. I Rosenborg skønnes det at fiskebestanden er domineret af store karper, der forhindrer at karusser og sølvkarusser bliver meget talrige.

Fordelene ved agnhuse som redskab til biomanipulation i mindre søer er deres store effektivitet til at fange fredfisk og muligheden for, at man kan genudsætte de rovfisk, der eventuelt er gået i. Agnhusene er så nemme at sætte, at det kan gøres ene mand på relativ kort tid. En decideret fiskeuddannelse behøves langt fra, og derfor kunne agnhusene sagtens gives til for eksempel haveforeninger, som ønsker en renere sø. Med ganske få instrukser ville privatpersoner således kunne vedligeholde effekten ved løbende at opfiske fredfisk. Dette ville kræve et minimum af tid og penge, og ville derfor være både en billig og nem løsning til sørestaurering. Mindre, næringsrige søer i Danmark er ydermere ofte stærkt begroede med undervandsplanter eller åkander, som tilfældet var i Degnemosen. Her vil fangstredskaber som vod og garn være yderst besværlige eller lige frem umulige, og her er agnhuse igen en yderst kompetent løsning, da disse kan sættes i de enkelte huller i grøden, der måtte være. Derudover er agnhuse ret slidstærke og holder i et godt stykke tid, hvilket ikke kan siges om for eksempel oversigtsgarn. Tidsmæssigt er der også utroligt meget at hente. Agnhusene

tager et absolut minimum af tid at sætte og tømme. Fisk der er gået i oversigtsgarn skal manuelt fjernes fra garnene igen, og garnene skal renses helt, hvilket er tidskrævende. Trækning af vod er en besværlig og langvarig proces, som kræver en del mandskab og nemt kan forsinkes på grund af uventede bundhug (*Liboriussen 2007*).

Ulemperne ved agnhuse er først og fremmest, at fiskene skal være sultne og vise interesse over for foderet, før de kan fanges, i modsætning til for eksempel garn, hvor fiskene bare skal være i bevægelse eller vod, hvor fiskene fanges, hvis ellers voddet kan trækkes. Agnhuse synker til bunden, og opholder fiskene sig ikke her (for eksempel på grund af iltsvind), vil de logisk nok heller ikke fanges.

Samlet konklusion

Der er ingen tvivl om, at agnhuse i visse situationer vil være et værdifuldt redskab til både bestandsanalyse og biomanipulation. Yderligere undersøgelser vil kunne tydeliggøre grænserne for, hvornår agnhuse bør bruges, og hvornår andre redskaber bør foretrækkes. Denne rapport har således:

- Givet et foreløbigt bud på agnhusenes effektivitet til fangst af sølvkarusser og karusser
- Vist hvordan brugen af agnhuse og Petersen-metoden kan anvendes til bestandsanalyse
- Vist at agnhuse både er i stand til at bedømme diversiteten og antallet af fisk i mindre danske søer
- Vist at agnhuse er i stand til at opfiske den mængde fredfisk der kræves for at opnå tydelige resultater.

5. Referencer

Atlasdatabasen, 2011, Statens Naturhistoriske Museum og DTU aqua

Borum, J., 2006, *Vejledning i rapportskrivning: Em hjælp til et lettere liv for studerende og undervisere*, Ferskvandsbiologisk Laboratorium

Fowler, J., Cohen, L. & Jarvis, P., 1998, *Practical statistics for field biology 2nd edition*, John Wiley & Sons

Jeppesen, E., et al., 2005, *Lake restoration and biomanipulation in temperate lakes: relevance for subtropical and tropical lakes*, Tropical eutrophic lakes: their restoration and management

Liboriussen, L., Søndergaard, M., & Jeppesen, E., 2007, *Sørestaurering i Danmark. Del I: Tværgående analyser*, DMU, Århus Universitet, Faglig rapport fra DMU nr. 636

Liboriussen, L., Søndergaard, M., & Jeppesen, E., 2007, *Sørestaurering i Danmark. Del II: Eksempelsamling*, DMU, Århus Universitet, Faglig rapport fra DMU nr. 636

Mehner, T. et al., 2004, *How to link biomanipulation and sustainable fisheries management: a step-by-step guideline for lakes of the European temperate zone*, Blackwell Publishing Ltd.

Meijer, M. et al., 1999, *Biomanipulation in shallow lakes in The Netherlands: an evaluation of 18 case studies*, *Hydrobiologia* **408/409**, 13-30 1999

Ogle, Dr. D., 2011, *fishR Vignette – Closed mark-recapture abundance estimates*, Northland College

Petersen, C. G. J., 1896, *The Yearly Immigration of Young Plaice Into the Limfjord From the German Sea*, Report of the Danish Biological Station (1895), 6, 5–84.

Schneider, J.C., 1998, *Lake fish population estimates by mark-and-recapture methods. Chapter 8 in Schneider, James C. (ed.) 2000. Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates*. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor.

Seber, G.A.F., 1970, *Effects of trap response on tag recapture estimates*, *Biometrics* vol. 26, no. 1, pp, 13-22

Seber, G.A.F., 1982, *The estimation of animal abundance and related parameters 2nd edition*, Charles Griffin & Company Ltd.

Skalski, J.R. & Robson, D.S., 1982, *A Mark and Removal Field Procedure for Estimating Population Abundance*, *The Journal of Wildlife Management*, Vol. 46, No. 3 (Jul., 1982), pp. 741-751

Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A., 2000, *Ecological methods 3rd edition*, Blackwell Science

Sutherland, W. J., 2006, *Ecological census techniques 2nd edition*, Cambridge University Press

Søndergaard, M. et al., 2007, *Lake restoration: successes, failures and long-term effects*, Journal of Applied ecology 2007 **44**, 1095-1105

21. december 2011

6. Bilag

Degnemosen									
Rudskaller									
Røgtning	Fangst	Mærkede	Mærket	Akkum. Mærkede	Akumm. fangst	Agnhuse sat	Fangst pr. agnhus	Time pr. agnhus	Fangst pr. agnhus pr. time
1	22	0	22	22	22	10	2,2	13,5	0,1630
2	14	0	14	36	36	10	1,4	13,25	0,1057
3	3	0	3	39	39	10	0,3	5,5	0,0545
4	19	0	19	58	58	10	1,9	16	0,1188
5	4	0	4	62	62	10	0,4	13,75	0,0291
6	6	0	6	68	68	10	0,6	15	0,0400
7	3	0	3	71	71	10	0,3	16,5	0,0182
8	7	1	6	77	78	12	0,58	13,5	0,0432
9	2	0	2	79	80	12	0,17	16,5	0,0101
10	1	0	1	80	81	12	0,08	16	0,0052
11	8	1	7	87	89	18	0,44	16,25	0,0274
12	3	1	2	89	92	18	0,17	18	0,0093
13	0	0	0	89	92	18	0	14,25	0,0000
14	3	0			95	18	0,17	14,25	0,0117

Degnemosen									
Skaller									
Røgtning	Fangst	Mærkede	Mærket	Akkum. Mærkede	Akumm. fangst	Agnhuse sat	Fangst pr. agnhus	Time pr. agnhus	Fangst pr. agnhus pr. time
1	2	0	2	2	2	10	0,2	13,5	0,0148
2	0	0	0	2	2	10	0	13,25	0,0000
3	1	0	1	3	3	10	0,1	5,5	0,0182
4	8	0	8	11	11	10	0,8	16	0,0500
5	1	0	1	12	12	10	0,1	13,75	0,0073
6	3	0	3	15	15	10	0,3	15	0,0200
7	5	0	5	20	20	10	0,5	16,5	0,0303
8	6	0	6	26	26	12	0,5	13,5	0,0370
9	6	0	6	32	32	12	0,5	16,5	0,0303
10	2	0	2	34	34	12	0,17	16	0,0104
11	3	0	3	37	37	18	0,17	16,25	0,0103
12	0	0	0	37	37	18	0	18	0,0000
13	0	0	0	37	37	18	0	14,25	0,0000
14	6	0			43	18	0,33	14,25	0,0234

Degnemosen										
Karusser										
Røgtning	Temperatur	Fangst (antal)	Fangst (kg.)	Mærkede	Mærkede tilbage i pop	Agnhuse sat	Fangst (antal) pr. agnhus	Laveste fangst (antal) pr. agnhus	Højeste fangst (antal) pr. agnhus	SD
1		620		0	620	10	62	38	119	
2		413	70,4	39	581	10	41,3	10	83	24,4
3	15,5	29	5,2	2	579	10	2,9	0	10	
4		406	75,4	51	528	10	40,6	15	75	21,7
5	15	246	41,2	19	509	10	24,6	0	48	17,5
6	14,5	239	40,6	33	476	10	23,9	6	46	12,0
7	15	201	32,8	19	457	10	20,1	0	53	15,8
8	15	331	48,4	68	389	12	27,6	20	40	6,7
9	14	271	47,5	48	341	12	22,6	5	35	9,1
10	15	163	29,3	25	316	12	13,6	2	42	12,1
11	15	332	54,2	53	263	18	18,4	0	39	10,8
12	15,5	204	34,0	39	224	18	11,3	1	33	9,4
13	16,5	172	30	28	196	18	9,6	2	22	6,4
14	14,5	184	29,3	31	165	18	10,2	0	24	7,0

Fangst (Kg.) pr. agnhus	Time pr. agnhus	Fangst (antal) pr. agnhus pr. time	Laveste fangst (antal) pr. agnhus pr. time	Højeste fangst (antal) pr. agnhus pr. time	SD	Fangst (Kg.) pr. agnhus pr. time	Gns. vægt pr. fisk (g)
	13,5						
7,0	13,25	3,1	0,8	6,3	1,8	0,53	170,4
0,5	5,5	0,5	0,0	1,8	0,6	0,10	180,2
7,5	16	2,5	0,9	4,7	1,4	0,47	185,8
4,1	13,75	1,8	0,0	3,5	1,3	0,30	167,5
4,1	15	1,6	0,4	3,1	0,8	0,27	169,9
3,3	16,5	1,2	0,0	3,2	1,0	0,20	163,2
4,0	13,5	2,0	1,5	3,0	0,5	0,30	146,2
4,0	16,5	1,4	0,3	2,1	0,6	0,24	175,3
2,4	16	0,8	0,1	2,6	0,8	0,15	179,8
3,0	16,25	1,1	0,0	2,4	0,7	0,19	163,3
1,9	18	0,6	0,1	1,8	0,5	0,10	166,4
1,7	14,25	0,7	0,1	1,5	0,4	0,12	174,4
1,6	14,25	0,7	0,0	1,7	0,5	0,11	159,2

Degnemosen										
Aborrer										
Røgtning	Fangst	Mærkede	Mærket	Akkum. mærkede	Akumm. fangst	Agnhuse sat	Fangst agnhus	Fangst pr. agnhus	Time pr. agnhus	Fangst pr. agnhus pr. time
1	3	0	3	3	3	10	3	0,3	13,5	0,0222
2	1	0	1	4	4	10	1	0,1	13,25	0,0075
3	2	0	2	6	6	10	2	0,2	5,5	0,0364
4	4	0	4	10	10	10	4	0,4	16	0,0250
5	5	0	5	15	15	10	0	0	13,75	0,0000
6	4	1	3	18	19	10	4	0,4	15	0,0267
7	11	1	10	28	30	10	11	1,1	16,5	0,0667
8	2	0	2	30	32	12	2	0,17	13,5	0,0123
9	8	3	5	35	40	12	3	0,25	16,5	0,0152
10	9	0	9	44	49	12	9	0,75	16	0,0469
11	12	1	11	55	61	18	12	0,67	16,25	0,0410
12	22	0	22	77	83	18	22	1,22	18	0,0679
13	12	1	11	88	95	18	12	0,67	14,25	0,0468
14	28	3			123	18	28	1,56	14,25	0,1092

Degnemosen											
Karper											
Røgtning	Fangst	Mærkede	Mærket	Akkum. mærkede	Akumm. fangst	Agnhuse sat	Fangst agnhus	Akumm. Fangst agnhus	Fangst pr. agnhus	Time pr. agnhus	Fangst pr. agnhus pr. time
1	37	0	37	37	37	10	14	14	1,4	13,5	0,1037
2	14	3	11	48	51	10	14	28	1,4	13,25	0,1057
3	0	0	0	48	51	10	0	28	0	5,5	0,0000
4	1	0	1	49	52	10	1	29	0,1	16	0,0063
5	3	2	1	50	55	10	3	32	0,3	13,75	0,0218
6	1	1	0	50	56	10	1	33	0,1	15	0,0067
7	2	1	1	51	58	10	2	35	0,2	16,5	0,0121
8	1	0	1	52	59	12	1	36	0,08	13,5	0,0062
9	2	2	0	52	61	12	2	38	0,17	16,5	0,0101
10	0	0	0	52	61	12	0	38	0	16	0,0000
11	1	1	0	52	62	18	1	39	0,06	16,25	0,0034
12	3	2	1	53	65	18	3	42	0,17	18	0,0093
13	1	0	1	54	66	18	1	43	0,06	14,25	0,0039
14	1	0			67	18	1	44	0,06	14,25	0,0039

Degnemosen											
Sølvkarusser											
Røgtning	Fangst	Mærkede	Mærket	Akkum. mærkede	Akumm. fangst	Agnhuse sat	Fangst pr. agnhus	Time pr. agnhus	Fangst pr. agnhus pr. time	kg. opfisket	
1	27	0	27	0	27	10	2,7	13,5	0,2000	0	
2	9	0	27	0	36	10	0,9	13,25	0,0679	5,1	
3	0	0	27	0	36	10	0	5,5	0,0000	0	
4	9	0	27	0	45	10	0,9	16	0,0563	5,4	
5	9	2	25	2	54	10	0,9	13,75	0,0655	3,7	
6	1	0	25	2	55	10	0,1	15	0,0067	0,6	
7	1	0	25	2	56	10	0,1	16,5	0,0061	0,75	
8	5	1	24	3	61	12	0,42	13,5	0,0309	2,725	
9	4	1	23	4	65	12	0,33	16,5	0,0202	1,1	
10	3	2	21	6	68	12	0,25	16	0,0156	0,45	
11	1	1	20	7	69	18	0,06	16,25	0,0034	0,7	
12	4	1	19	8	73	18	0,22	18	0,0123	0,25	
13	1	1	18	9	74	18	0,06	14,25	0,0039	0,48	
14	1	1	17	10	75	18	0,06	14,25	0,0039	0	

Rosenborg Voldgrav									
Karusser									
Røgtning	Temperatur	Fangst (antal)	Fangst (kg.)	Mærkede	Mærket	Akumm. fangst (antal)	Akumm. fangst (Kg.)	Agnhuse sat	Fangst (antal) pr. agnhus
1		56		0	56			6	9,3
2	18	123	21,55	37	19	123	21,6	10	12,3
3		4	0,45	0	19	127	22,0	10	0,4
4	20	61	9,33	12	7	188	31,3	10	6,1
5	21	35	4,03	3	4	223	35,4	10	3,5
6	22	16	2,04	1	3	239	37,4	10	1,6

Rosenborg Voldgrav					
Karusser					
Fangst (Kg.) pr agnhus	Time pr. agnhus	Fangst (antal) pr. agnhus pr. time	Fangst (Kg.) pr. agnhus pr. time	% finneklippede	Gennemsnitsvægt (kg)
	14				
2,2	15,25		0,8	0,1413	30,1
0,0	9,25		0,0	0,0049	0,0
0,9	14,25		0,4	0,0655	19,7
0,4	13,75		0,3	0,0293	8,6
0,2	13,25		0,1	0,0154	6,3

Rosenborg Voldgrav							
Sølvkarusser							
Røgtning	Temperatur	Fangst (antal)	Fangst (kg.)	Mærkede	Mærket	Agnhuse sat	Time pr. a
1		17		0	17	6	14
2	18	9	4,51	8	9	10	15,25
3		0		0	9	10	9,25
4	20	2	1,04	2	7	10	14,25
5	21	0		0	7	10	13,75
6	22	2	1,04	2	5	10	13,25

21. december 2011

Rosenborg Voldgrav				
Karper				
Røgtning	Fangst (antal)	Fangst (kg.)	Mærkede	Mærket
1	3		0	3
2	2	0,37	0	3
3	0	0	0	3
4	0	0	0	3
5	1	0,33	0	3
6	4	1,1	0	3

Schweizersøen								
Karusser								
Røgtning	Temperatur	Fangst (antal)	Fangst (kg.)	Mærkede	Mærket	Agnhuse sat	Fangst (antal) pr. agnhus	Fangst (Kg.) pr agnhus
1		654	36,1	0	654	7		
2		696	41,2	181	473	7	99,4	5,9
3		1021	48,05	272	201	7	145,9	6,9
4		229	11,1	52	149	9	25,4	1,2
5		223	10,3	48	101	9	24,8	1,1
6		31	1,475	11	90	10	3,1	0,1

Schweizersøen			
Karusser			
Time pr. agnhus	Fangst (antal) pr. agnhus pr. time	Fangst (Kg.) pr. agnhus pr. time	Gennemsnitsvægt (g)
12			55,19877676
12	8,285714286	0,49047619	59,1954023
12	12,1547619	0,57202381	47,06170421
12	2,12037037	0,102777778	48,47161572
24	1,032407407	0,047685185	46,18834081
14	0,221428571	0,010535714	47,58064516

Schweizersøen							
Sølvkarusser							
Røgtning	Fangst (antal)	Fangst (kg.)	Mærkede	Mærket	Agnhuse sat	Fangst (antal) pr. agnhus	Fangst (Kg.) pr agnhus
1	10	5	0	10			
2	46	28,7	7	3	7	6,6	4,10
3	0	0	0	3	7	0,0	0,00
4	3	0,15	0	3	9	0,3	0,02
5	2	0,725	1	2	9	0,2	0,08
6	0	0	0	2	10	0,0	0,00

Schweizersøen		
Sølvkarusser		
Time pr. agnhus	Fangst (antal) pr. agnhus pr. time	Fangst (Kg.) pr. agnhus pr. time
12		
12	0,548	0,3417
12	0,000	0,0000
12	0,028	0,0014
24	0,009	0,0034
14	0	0