

Information från Sötvattenslaboratoriet

Drottningholm

Nr 2 1961

Näringsfauna och kanadaröding

i

schweiziska regleringsmagasin

Ulf Grimås och Nils-Arvid Nilsson

## Näringsfauna och kanadaröding i schweiziska regleringsmagasin.

Av Ulf Grimås och Nils-Arvid Nilsson <sup>1)</sup>

### 1. Inledning

Vid sökandet efter åtgärder som skulle kunna kompensera för de skador som drabbar framför allt storöringbestånden vid reglering av de nordsvenska fjällvattnen har man bl.a. på goda grunder spekulerat i införandet av den amerikanska rödingsläktingen lake trout (Salvelinus namaycush), här kallad kanadaröding (jfr Svärdson 1956, Nilsson & Schumann 1959). Det har därvid framhållits att det framför allt finns två skäl som talar för att den bättre än någon av våra inhemska arter skulle kunna fördrä den reglerade miljön nämligen att den 1) i motsats till öringen leker i själva sjön, ofta på stort djup, 2) ofta bildar bestånd av storväxta fiskar, vilket torde sammanhånga med en tendens att snabbt övergå till fiskdiet där lämplig foderfisk finnes. Till övriga fördelar kan räknas dess utomordentligt höga kulinariska värde, dess stora värde som insjösportfisk och det faktum att den svårigen kan tänkas råka ur kontroll och bilda bestånd i sjöar där den av en eller annan orsak inte är önskvärd.

Detaljerade uppgifter om dess ekologi <sup>2)</sup> i regleringsmagasin föreligger endast från Lake Minnewanka i Kanada (jfr Cuerrier 1954, Rawson 1958, Miller & Paetz 1959). Det har därför syntts angeläget att skaffa fram ytterligare uppgifter om dess möjligheter att utnyttja den reglerade miljön i sjöar där den funnits sedan gammalt. En sådan möjlighet har visat sig föreligga i Schweiz där den i flera etapper alltsedan 1880-talet insatts i högt belägna alpsjöar, bl.a. i den reglerade sjön Arnensee i Berner Oberland.

Den här redovisade undersökningen av Arnensee utfördes år 1960. Insamlingen av limnologiska data och prover av näringsfaunan utfördes i månadsskiftet augusti-september; fiskprover kunde genom vänligt tillmötesgående från den kantonala fiskerimyndigheten i Bern erhållas både från försommaren (juni) och hösten (augusti). Insamlingsapparaturl ställdes välvilligt till förfogande av det kantonala kemilaboratoriet i Bern. Prover för vattenkemisk analys togs på 0,5 och 40 meters djup i samband med undersökningen av temperaturskiktning (kipptermometer) och transparens <sup>2)</sup> (secchiskiva). Horisontala planktonhävningar (Nansenhäv) gjordes på 0,5 meters

<sup>1)</sup> Näringsfaunan har bearbetats av Grimås, fiskens näringsvanor och tillväxt av Nilsson.

<sup>2)</sup> Biologiska termer finns definierade i bilaga.

djup och i djupzonen 20-25 meter, vertikalhåvningar mellan nivåerna 5 och 30 meter. 30 kvantitativa bottenprover (Ekmanhuggare) togs från översta litoralen till sjöns djupområden samt dessutom ett flertal kvalitativa prover från strandnära bottnar och från tillloppsområden. Av näringsfaunan insamlades därutöver kläckande insekter på vattenytan samt övriga svärmande eller flygande insekter. Fisken fångades med botten- och flytnät samt med krok betad med kvidd eller mask. Varje fisk mättes och vägdes och prover av maginnehåll och fjäll togs. Sammanlagt erhöles 21 kanadarödingar, 17 regnbågar, 3 öringar och 2 abborrar samt en stor mängd kvidd, som hävades vid strandkanten.

Vid sidan av undersökningen av Arnensee kunde även en orienterande insamling göras i en annan av Berner Oberlands alpina sjöar, Engstlensee. Denna sjö är av speciellt intresse på grund av att kanadarödingen där förekommer tillsammans med vanlig röding av samma typ som i våra fjällsjöar. I Engstlensee utfördes provtagningar under ett par dagar i början av september, varvid vattenkemiska data jämte prover från 22 kanadarödingar, 23 rödingar och 1 bäckröding insamlades. Fisken fångades med botten- och flytnät.

## 2. Karakteristik av sjöarna.

Arnensee är belägen inom de nedre delarna av det subalpina området; arealen är 35 ha, medeldjupet 40 m och maximidjupet 50 m. Ett mindre grundområde (medeldjup 6 m) finns i sjöns sydvästliga ände. Sjön började regleras i början av 1920-talet, vilket innebar att den under sommarhalvåret hölls dämd till 1534 m.ö.h. och under vinterhalvåret sänktes till 1508 m. ö.h. Från och med år 1957 ökades dämningen till 1542 m.ö.h. Amplituden är sålunda nu 34 m (se diagram 1). Avtappningen sker genom en 4,5 km lång tunnel och endast föga vatten släpps genom det ursprungliga utloppet (se Schmidhauser 1923).

Bottnarna är huvudsakligen sammansatta av organogent material. I de djupare partierna (under sänkingsgränsen) dominerar findetritusgyttja, inom det gamla regleringsregistret sandblandade finsediment och inom det nyöverdämda området finsediment med hög halt av grov detritus. Sjön har bildats genom lavindämningar, varför resterna av en gammal granskog ännu finns kvar på botten. Egentlig vattenvegetation saknas; inom de översta djupdecimetrarna förekommer en del dränkt landvegetation. Ingen bränningszon av blockstrandstyp har ännu utbildats.

Av diagrammen, fig. 2, framgår att sjön under sommarhalvåret är sta-

bilt skiktad med en 4-5 m djup 14-15-gradig epilimnion. Temperaturförloppet i sjön före regleringen framgår av diagram 2b (efter Thomann & Bally 1908). Temperaturskiktning kan sägas föreligga från mitten av juni till slutet av oktober.

Sjöns transparens i månadsskiftet augusti-september 1960, 10,9 m, avviker inte från 1906 års värden.

Vattenkemiska data framgår av tabell 1. Av särskilt intresse är den elektrolytiska ledningsförmågan, som vida överstiger den som karakteriserar svenska sjöar inom jämförbara subarktiska områden. Av betydelse är den rika tillgången på kalcium, som procentuellt kraftigt dominerar katjonerna (92,8 % i ytvattnet).

Engstlensee är i likhet med Arnensee belägen inom subalpint område på 1852 meters höjd över havet. Arealen är 44,5 ha, största djupet 40 m. Vattenreglering är ännu ej i full utsträckning genomförd; vattenståndet varierar endast c:a 50 cm. Stränderna är huvudsakligen minerogena med väl utbildade bränningszoner. De vattenkemiska analyserna visar i stort samma karakteristika som Arnensee (se tabell 1).

Tabell 1. Vattenkemiska data från Arnensee den 27/8 och från Engstlensee den 6/9 1960.

Utarbetade av T. Ahl, Uppsala.

	<u>Arnensee</u>		<u>Engstlensee</u>
	0,5 m	40 m	0,5 m
pH	7,90	7,79	8,00
$20^{10^6}$	201	222	142
Alkal. mekv/l	2,115	2,380	1,369
Färg, mg Pt/l	3	3	3
$\text{SO}_4^- + \text{Cl}^-$ mekv/l	0,106	0,129	0,174
$\text{Cl}^-$ mg/l	1,01	0,79	0,65
$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ mmol/l	1,096	1,237	0,780
$\text{Ca}^{++}$ mmol/l	1,024	1,140	0,717
$\text{Na}^+$ mg/l	0,31	0,79	0,10
$\text{K}^+$ mg/l	0,52	0,52	0,15
$\Sigma$ anjoner mekv/l	2,221	2,509	1,543
$\Sigma$ katjoner -"-	2,362	2,715	1,694
Ekv.-% $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$	95,2	94,8	88,7
$\text{SO}_4^- + \text{NO}_3^-$	3,5	4,3	10,1
$\text{Cl}^-$	1,3	0,9	1,2
$\text{Ca}^{++}$	92,8	91,1	92,2
$\text{Mg}^{++}$	6,0	7,1	7,4
$\text{Na}^+$	0,6	1,3	0,2
$\text{K}^+$	0,6	0,5	0,2

### 3. Näringsfaunan i Arnensee.

#### Bottenfaunan

Undersökningen av bottenfaunans sammansättning och fördelning i Arnensee visar att stora kvantitativa förluster skett och att många djurgrupper helt slagits ut. Klara likheter föreligger med förhållanden i svenska, reglerade sjöar (Grimås 1959, 1960a). Orsaken till dessa likheter är framför allt att söka i sjöarnas lägen inom subalpina resp. subarktiska områden och därmed sammanhängande regleringsrytm. Vattensänkningen sker under vinterhalvåret och regleringszonens botten utsättes för torrläggning och infrysning.

Likheter föreligger även med kända förhållanden i kanadensiska regleringsmagasin (Rawson 1958, Miller & Paetz 1959), vilket synes kunna återföras på överensstämmande sedimentförhållanden i bottenarna. Gemensamt för samtliga reglerade vatten är de eroderande krafternas omdaning av bottenarnas struktur: en utforsling av finsediment och organogent material till områden under sänkingsgränsen och en långsam uniformering av regleringszonen mot utdaning av grus- och blockbottenar. Hastigheten i denna förändring av miljön, vilken innefattar en parallell utarmning av regleringsområdets näringskapacitet och fauna, varierar olika sjöar emellan och modifierar bilden av faunans sammansättning.

Som framgår av ovanstående förekommer i Arnensee finsediment inom samtliga djupområden, till stor del blandat med organogent material. Detta beror delvis på den årliga tillförseln av finfördelat material från vårfloden (jämför transparenskurvan), men torde huvudsakligen ha sin förklaring i den sent genomförda nyuppdämningen av sjön. Det överdämda området är ej uteroderat och material forslas kontinuerligt ner över djupare belägna bottenar. Härvid kommer även det gamla sänkingsområdet att få ett nytillskott av sediment. Detta område bör före 1957 efter en regleringsperiod av omkr. 30 år ha uppvisat rel. grovt, minerogent material.

Bottensedimentens sammansättning förklarar den funna dominansen av oligochaeter och chironomider inom samtliga djupområden i sjön (se tabell 2). Endast ett fåtal representanter för andra djurgrupper förekommer.

Regleringseffekten återspeglas i det låga individantalet inom regleringszonen. Maximal abundans finner man under sänkingsgränsen: den beror på den höga koncentrationen oligochaeter och crustaceer. I materialet framträder tydligt även det gamla sänkingsområdets låga individtäthet.

Tabell 2. Arnensee.

Antal individer/5 kvantitativa bottenhugg

Djup	dämningsomr.		sänkningsomr.		under sänkn.gräns
	0-1 m	5-7	9-10	23-25	35-40
<u>Oligochaeta</u>					
stora	-	38	30	51	85
små	45	8	12	-	105
kokonger m. larver	-	8	16	10	-
<u>Chironomidae</u>					
stora larver	48	63	13	5	5
små "	45	10	-	-	-
puppør	2	2	1	2	1
<u>Pisidium</u>					
	-	-	-	2	3
<u>Gastropoda</u>					
	5	-	-	-	-
<u>Hydracarina</u>					
	-	-	1	-	-
<u>Ostracoda</u>					
	2	-	15	-	5
Copepoda					
	7	3	1	28	25
<u>Cladocera</u>					
	-	18	15	11	10
Totalt (oligochaet- kokonger ej räknade)	154	142	88	99	239
Beräknat antal individer/m <sup>2</sup>	1.300	2.500	1.500	2.000	2.500

Vid beräkning av individantal/m<sup>2</sup> har ej medräknats äggkokonger samt nykläckta individer av chironomider och oligochaeter.

### Större insektslarver.

De större insektslarverna, ephemerider, plecopterer, trichopterer och coleopterer, synes i stort sett ha blivit utslagna. Orsaken till detta är en kombinerad effekt av infrysning och bortfall av lämplig näring, t.ex. den omedelbara eliminationen av makro- och mikrovegetation (Quennerstedt 1958). Rester av denna fauna förekommer emellertid inom tillloppsområdet i sjöns SV ände. Den består dock i många fall av insvämmade rinnande-vatten former, ex. Ecdyonurus- och Baëtisarter. Inom övriga områden i sjön påträffades endast larver av ephemeriden Siphonurus lacustris Eaton, glest spridd inom den översta djupmetern och i samband med dränkt landvegetation. Individkoncentrationen ökar mot tillloppet, vilket bl.a. står i samband med tillflödet av lämpliga närämnen. Liknande förhållanden gäller i svenska, reglerade vatten för Siphonurus och den övriga nämnda insektsfaunan. I regnbågens näring förekom i tämligen stor mängd larver av trichopteren Limnophilus cf. centralis Curt. Denna art är karakteristisk för efemära vattensamlingar (Ros 1961) och även i sjöar i Sverige en som någorlunda väl uthärdar den reglerade miljön.

Av större insektsimagines förekom svärmande Siphonurus lacustris samt en kläckande plecopter, Protonemoura lateralis Pictet i områden nära tillloppet. Den senare arten tillhör strömmande vatten (Aubert 1946) och får betraktas som insvämmad i sjön.

### Musslor och snäckor.

Liksom i svenska reglerade sjöar försvinner molluskfaunan inom större delen av regleringsområdet, något som framför allt har sin grund i förändrade näringsbetingelser.

De filtrerande pisidierna saknar inom regleringszonen det för näringsupptagningen nödvändiga, luckra näringskoncentratet i bottnarnas kontaktskikt mot vattnet. Dessa musslor förekommer också i Arnensee endast i nedre partierna av regleringsområdet och under detta. Det kan därutöver antas att minerogent erosionsmaterial från dämningssonen delvis överlagrar eller punkterar zoneringsen av organogent material i bottnar under sänkningsgränsen (Liebmann 1951), vilket inverkar störande på filtrerande organismers näringsupptagning och kan förklara den låga individkoncentrationen av pisidier.

Gastropoden Limnea peregra Müller uppträder fåtaligt i den översta meterzonen i sjön. Förekomsten får tillskrivas tillgången på organogent sediment. Intressanta paralleller kan dragas till ett likartat uppträdande

i Jormsjön inom grunda bottenområden, vilka konserverat organogena sediment och närmast kan betraktas som faunarefugier i sjön. I motsvarande djupområden i denna sjö med minerogena sediment saknas gastropoderna (Grimås 1960 b).

#### Chironomider.

Av chironomidernas huvudgrupper förekommer i Arnensee Orthoclaadiinae framför allt i de översta partierna av dämningssonen. Bland de andra grupperna påträffas Tanytarsini och Chironomini inom samtliga djupområden med en tendens till abundans-maximum inom dämningssområdet för tanytarsiner och en mot djupare områden förskjuten dominans av chironomider. Omgrupperingar i artbalans är således endast antydd om man jämför med normala förhållanden i svenska reglerade sjöar och den modifierande faktorn synes vara sedimentförhållandena. Parallellerkan även här dras till situationen i Jormsjön.

Chironomidlarvernas motståndskraft mot infrysning är anmärkningsvärt stor. Ett flertal iakttagelser rapporteras angående dessa larvers övervintring i frusna bottenar (se t.ex. Mayenne 1933). Undersökningar i Kultsjön har visat 80 % överlevnad efter infrysning i is. Av speciellt intresse är det dominerande inslaget av Paratanytarsus-släktet i detta larvmaterial.

Paratanytarsus ingår även i Arnensee som individrikaste släkte i dämningssonen 0-8 m men saknas inom övriga djup. Larverna visa maximal besättningstäthet i djupområdet 5-7 m och imago förekommer som svärmande utefter sjöstranden. Som exempel på ytterligare likheter med svensk regleringsfauna kan nämnas Tanytarsus gregarius-gr. inom samtliga djup samt företrädare för släktet Microspectra.

Viktiga skiljaktligheter förekommer emellertid främst vad gäller Chironomini och det markanta inslaget av Chironomus s.str. i nedre litoral och profundal.

Nedanstående tabell visar den procentuella fördelningen av larvmaterialet på de fyra huvudgrupperna inom Chironomidae.

	Orthoclad.	Tanytars.	Chironomin.	Tanypod.
0-1 m	55	40	5	-
5-7	3	56	41	-
9-10	-	14	79	7
23-25	-	29	71	-
35-40	-	17	83	-



### Kräftdjur.

Vad crustaceerna beträffar, synes de större formerna isopoder och amphipoder saknas i sjön. Det har ännu ej konstaterats, huruvida dessa förekommer i oreglerade sjöar inom området, men erfarenheter från svenska sjöar visar att de normalt slås ut vid regleringsingrepp.

I bottenhuggen förekommer endast cladocerer, copepoder och ostracoder. Bland cladocererna kan endast Alona sp. räknas till arter med normal förekomst i botten eller bottennära skikt. Dess individmaximum ligger inom området 5-10 djupmeter. Exemplaren av Daphnia hyalina ökar mot djupet och får anses sedimenterade från populationen i det fria vattnet.

Copepoderna visar samma tendens som Daphnia och de till bottennära skikt knutna Ostracoderna har samma djupfördelning som Alona-arten.

### Övrig fauna.

Grodlarver uppträder mycket talrikt ner till några decimeters djup utefter stränderna.

Likaledes vanlig är kvidd med små individer i stim över grundområden och större individer djupare ner i litoralen.

### Plankton.

Hävningar i fria vattnet visar en mycket hög koncentration planktonlevande kräftdjur. Speciell anrikning förekommer inom vattenskiktet 0-5 m med cladoceren Daphnia hyalina som dominant. Bland copepoderna kan framför allt nämnas Diaptomus denticornis Wierz. samt Cyclops strenuus Fischer.

Proven från djupzonen 20-30 m uppbygges av Cyclops strenuus och ett fåtal Daphnia.

Den intensiva crustacé-produktionen får ses som utslaget av en positiv regleringseffekt, betingat av en accentuerad näringstillgång genom överdämningen av nya strandområden. Kvantitativa analyser före regleringen (Thomann & Bally 1908) karakteriserar sjön såsom varande planktonfattig. Någon kvalitativ förändring synes ej ha inträffat i crustacéfaunan.

## 4. Kanadarödingen och regnbågen i Arnensee.

Arnensees utsprungliga fiskfauna synes ha bestått av kvidd, simpa och öring. År 1954 satte man första gången in regnbåge (5.000 ensomriga) och år 1955 började man även sätta ut kanadaröding. Mängden utsatt fisk

framgår av nedanstående tabell.

År	Fiskart	Årsyngel	Ensomriga
1955	Regnbåge	-	2000
	Kanadaröding	-	2000
1956	Regnbåge	-	2000
	Kanadaröding	-	1500
1957	Regnbåge	13000	9560
	Kanadaröding	-	1000
1958	Regnbåge	25000	10180
	Kanadaröding	-	3000
1959	Regnbåge	-	9000
	Kanadaröding	-	3000
1960	Regnbåge	44000	3500
	Kanadaröding	-	3000

1958 började man första gången fiska. Man fick då 477 st kanadarödingar som tillsammans vägde 190 kg, vilket innebär en medeltillväxt av c:a 400 g på 3 år. Av regnbåge erhöll man 450 st med en sammanlagd vikt av 164 kg; medelvikt c:a 365 g. (Ovanstående data har ställts till förfogande av Fischereiinspektor Dr. H. Roth, Bern).

Fiskens näringsvanor i Arnensee såvitt dessa avspeglas i proverna från 1960 framgår av diagrammen 3 och 4.

Kanadarödingen lever i juni huvudsakligen av fisk (mest kvidd), chironomidlarver och ephemeridlarver (Baëtis). Härvid spelar fisken volumetriskt den största rollen, men chironomidlarverna uppvisar den högsta frekvensen. Av de senare som i det aktuella provet alla tillhörde släktet Paratanytarsus hade i ett fall en enda kanadaröding ätit 575 st. Även i augusti hade kanadarödingen ätit fisk och chironomidlarver, men i höstmaterialet ingår även en anmärkningsvärd mängd planktoncrustacéer, mest Diaptomus och Daphnia, och chironomidpuppor (även dessa av släktet Paratanytarsus).

Regnbågen hade på våren huvudsakligen ätit trichopterlarver (Limnophilus, Rhyacophila m.fl.), ephemeridlarver (Baëtis), plecopterlarver (Protonemoura), på vattenytan kantrade landinsekter (mest myror och skalbaggar) och diverse på vattenytan flytande växtfragment (granbarr, örtstjälkar, mossor). Volumetriskt av störst betydelse var landinsekterna och trichopterlarverna av släktet Limnophilus. Landinsekterna tycks bibehålla sin dominerande betydelse som näring fram till hösten; i augustiprovet utgjordes de huvudsakligen av myror, Bibio, aphodiiner och heteropterer. Li-

kaså förekommer stora mängder växtfragment och ephemeridlarver (nu mest av släktet Siphonurus). Nya inslag utgör i höstprovet planktoniska cladocerer (Daphnia) och kläckande chironomider.

Näringens sammansättning visar att de fångade exemplaren av såväl kanadaröding som regnbåge uppehållit sig i ytliga vattenlager och företrädesvis i närheten av bäckmynningar. Följande näringsobjekt tyder på att fisken sökt sin näring i ytliga vattenlager.

Kanadaröding juni:

Limnaea (enl. bottenproven i nivån 0-1 m)

Paratanytarsus (enl. bottenproven i nivån 0-7 m)

Ceratopogonidae l.

Kanadaröding augusti:

Diaptomus (enl. planktonproven i nivån 0-5 m)

Daphnia (enl. planktonproven i nivån 0-5 m)

Paratanytarsus (enl. bottenproven i nivån 0-7 m)

Terrestra insekter

Regnbåge juni:

Limnaea (enl. bottenproven i nivån 0-1 m)

Planorbis

Tipulidae l.

Odonata l.

Terrestra insekter

Flytande växtfragment

Regnbåge augusti:

Daphnia (enl. planktonproven i nivån 0-5 m)

Paratanytarsus (enl. bottenproven i nivån 0-7 m)

Siphonurus (enl. bottenproven översta meterskiktet)

Chironomidae i.

Tipulidae i.

Ephemeroptera i.

Plecoptera i.

Terrestra insekter

Flytande växtfragment

Följande näringsobjekt tyder på att fisken sökt sin näring i närheten av tillopen:

Kanadaröding juni:Baëtis sp.Protonemoura sp.Kanadaröding augusti:Protonemoura sp.Regnbåge juni:Rhyacophila sp.Baëtis sp.Protonemoura sp.Regnbåge augusti:Baëtis sp.Protonemoura sp.

Eftersom fiskeansträngningarna i stort fördelades lika inom ytliga och djupa vattennivåer får tendensen hos båda fiskarterna att uppsöka ytliga vattenlager och tillopp anses vara representativt för hela bestånden. Vad kanadarödingen beträffar överensstämmer vattentemperaturen i den nivå är den uppehållit sig väl med den optimaltemperatur som med olika metoder experimentellt indicerats: 15-17° C (cf. Gibson & Fry 1954).

Tabell 4 ger en föreställning om frekvensen av resp. fisk- och planktonätande kanadaröding om materialet delas upp i storleksklasser. Som kunde väntas är det de största exemplaren som ätit fisk, de minsta som ätit plankton, men det är anmärkningsvärt att i ett fall ett litet exemplar med längden 188 mm och vikten ~~ca~~ 50 g övervägande hade fiskrester i magen, däribland ett abborrhjäll.

Tabell 4. Frekvensen fisk- resp. planktondiet hos kanadaröding av olika storlek.

Storleksklass	Fisk	Medelstora näringsobj.	Plankton
≤ 250 mm	14,3 %	100,0 %	71,4 %
250-325 "	20,0 %	80,0 %	40,0 %
325-400 "	66,7 %	100,0 %	0,0 %
> 400 "	75,0 %	100,0 %	0,0 %

Skillnaden mellan kanadarödingens och regnbågens näring är tämligen påfallande. Framför allt fäster man sig vid kanadarödingens preferens för fisk och regnbågens för ytnäring. Kanadarödingens fiskdiet är så mycket anmärkningsvärdare som någon lämplig näringsfiskpopulation av den typ som

är vanlig i amerikanska sjöar egentligen inte existerar i Arnensee.

Av de tre öringar som fångades hade två ätit grodor, en chironomidpuppor. De båda abborrarna hade ätit fisk.

De åldersbestämningar som gjorts av kanadarödingfjäll från Arnensee ger, trots materialets ringa omfattning en viss uppfattning om kanadarödingens tillväxt i denna sjö (diagram 5). Tillväxten synes vara tämligen långsam och jämn upp till 4 års ålder då en stark individuell variation, men genomsnittligen snabbare tillväxt gör sig gällande. Detta språng kan bero på en allmän övergång till fiskdiet. I jämförelse med amerikanska sjöar är tillväxten god, ungefär jämförlig med den i Lac La Ronge i Kanada (Rawson & Atton 1953 ref. av Nilsson & Schumann 1959). Den överensstämmer även väl med den som iakttagits i andra schweiziska sjöar, t.ex. Sulsseeli (Anon. 1955).

Det kan sammanfattningsvis betonas att kanadarödingen i Arnensee, trots att den är hänvisad till en diet av planktoniska crustacéer, småväxta bottendjur, en rudimentär bäckmyningfauna och kvidd, i den hårt reglerade sjön Arnensee uppnår en mycket god tillväxt. Det är emellertid ännu för tidigt att yttra sig om vilken roll en kvardröjande dämningseffekt från nydämningen 1957 härvid kan spela.

Det kan vara av intresse att notera att kanadarödingens näringsvanor i Arnensee väl överensstämmer med dem i det kanadensiska regleringsmagasinet Lake Minnewanka, där emellertid tillväxten hos kanadarödingen efter regleringen kraftigt retarderats. Tillväxtminskningen i Lake Minnewanka har emellertid ansetts huvudsakligen vara en följd av att kanadarödingen ekologiskt isolerats från det talrika bestånd av s.k. "sisco" (närmast liknande siklöja), som före regleringen var dess viktigaste bytestdjur (Miller & Paetz 1959).

##### 5. Kanadarödingen och rödingen i Engstlensee.

Enligt Dr. H. Roth har kanadarödingen funnits i Engstlensee sedan omkring år 1900. Det sista exemplar som fångades innan insättningarna återupptogs 1955 togs på krok någon gång på 1930-talet. Den vägde 12 kg och kunde mycket väl ha varit en av de först insatta fiskarna, eftersom kanadarödingen är känd för att kunna bli mycket gammal - i Great Bear Lake i Kanada ända till 35-40 år (Miller 1948). Sedan 1955 har varje år ensomriga kanadarödingar insatts.

Omkring år 1920 insattes röding i sjön. Dessutom förekommer bäckröding, kvidd och lake.

Fiskens näring den 6 september 1960 framgår av diagram 6. Påfallande är den stora likheten mellan arterna, framför allt beträffande konsumtionen av plankton (Diaptomus), Chironomidlarver (mest Chironomus sp.) och puppor. Kanadarödingen uppvisar emellertid en övervägande tendens till att fånga sitt byte på vattenytan (Chironomidae, Tipulidae och Trichoptera imagines samt strandade landinsekter (mest Aphodiinae).

Diagram 5 visar att kanadarödingen i Engstlensee har en påfallande mycket långsammare tillväxt än i Arnensee; närmast är den jämförbar med den som utmärker denna art i Great Bear Lake i Kanada (Miller 1948 ref. av Nilsson & Schumann 1959). Det är ännu inte möjligt att avgöra huruvida denna långsamma tillväxt är en följd av att insättningarna av kanadaröding är överdimensionerade i förhållande till sjöns resurser eller om rödingbeståndet på grund av näringskonkurrens pressar ner kanadarödingens tillväxt. De mycket likartade näringsvanorna och rödingens likaså mycket långsamma tillväxt (samtliga exemplar var köns mogna men i genomsnitt endast 247 mm långa) kan tyda på att konkurrens med rödingen allvarligt påverkar kanadarödingens tillväxt. Av stort intresse, med tanke på eventuella introduktioner av kanadaröding i svenska rödingsjöar, är huruvida en sådan konkurrens i allmänhet definitivt håller kanadarödingen under en storlek som förhindrar den från att övergå till fiskdiet.

#### Sammanfattning.

Arnensee och Engstlensee skiljer sig från svenska alpina sjöar, som kan bli aktuella för insättning av kanadaröding, framför allt genom sin höga kalkhalt. De är även mindre (men i stort sett inte mycket grundare) än de svenska vattnen.

Likheterna torde vara flera än olikheterna framför allt beträffande:

- 1) Klimattypen, d.v.s. väsentligen temperaturförloppet,
- 2) Regleringsdynamiken, som i Arnensee liksom i svenska regleringsmagasin innebär en uppdämning på sommaren, sänkning på vintern,
- 3) regleringseffekten, som innebär en utarmning av bottenfaunan inom regleringsregistret till nackdel framför allt för mollusker och större insektslarver, till fördel för chironomidsläktet Paratanytarsus och oligochaeter, samt

- 4) fiskfaunans sammansättning (rödingen i Engstlensee).

Det har hittills kunnat konstateras att kanadarödingen i Arnensee trots ogynnsamma näringsförhållanden uppnått mycket god tillväxt. Det är emellertid ännu oklart i vad mån denna beror på en kvardröjande dämningss-

effekt. Det skulle därför vara av stort värde att regleringseffekten och kanadarödingbeståndet kontinuerligt studerades.

I Engstlensee är kanadarödingens tillväxt dålig. Detta kan bero på näringskonkurrens med rödingen, men det borde undersökas huruvida överbefolkning eller någon egenart i näringsfaunans sammansättning inverkar. Likaså skulle det vara av stort värde att få konstaterat huruvida kanadarödingen definitivt stannar i en tillväxtnivå som förhindrar den från att övergå till fiskdiet.

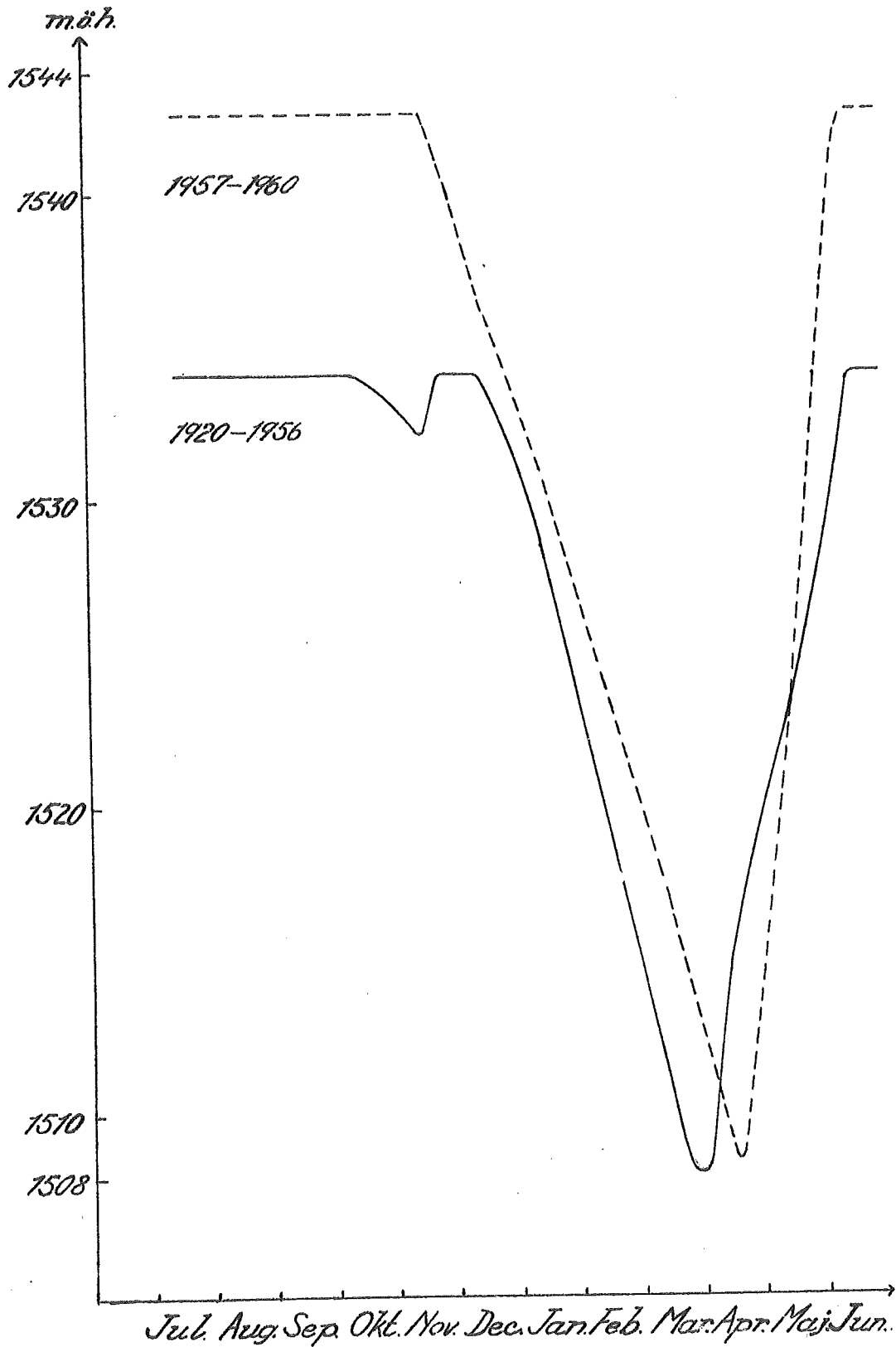
#### Litteratur.

- Anonymus 1955. Sömmerlingseinsatz und Fischfang im Sulseeli. Schw.Fisch. Ztg. 10:269-71
- Aubert, J. 1946. Les Plecoptères de la Suisse Romande. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 20
- Cuerrier, J.P. 1954. The history of Lake Minnewanka with reference to the reaction of lake trout to artificial changes in environment. Can. Fish. Culturist 15:1-9
- Gibson, E.S., F.E.J. Fry 1954. The performance of the lake trout, Salvelinus namaycush, at various levels of temperature and oxygen pressure. Can.J.Zool. 32:252-60
- Grimås, U. 1959. Vattenregleringens inverkan på bottenfaunan i St. och L. Blåsjön. Medd. Vandringsfiskutr. 3.
- 1960a. Vattenreglering och bottenfauna. Kungl.Sv.Vetensk.-Akad.skr. i naturskyddsärenden 50.
  - 1960b. Preliminär undersökning av bottenfaunan i Jormsjön. Bilaga till T.B. Hasselrots yttrande ang. skadan på enskilt fiske i Jormsjön.
- Liebmann, H. 1951. Mikrobiologische Untersuchungen der Bodenablagerungen in Teichen, Seen und Flusstauen. Vom Wasser 18.
- Mayenne, V.A. 1933. Zur Frage der Überwinterung von chironomidenlarven im Boden abgelassener Fischteiche. Arch.Hydrobiol. 25.
- Miller, R.B. 1948. Observations on the lake trout of Great Bear Lake. J. Fish.Res.Bd.Can. 7(4).

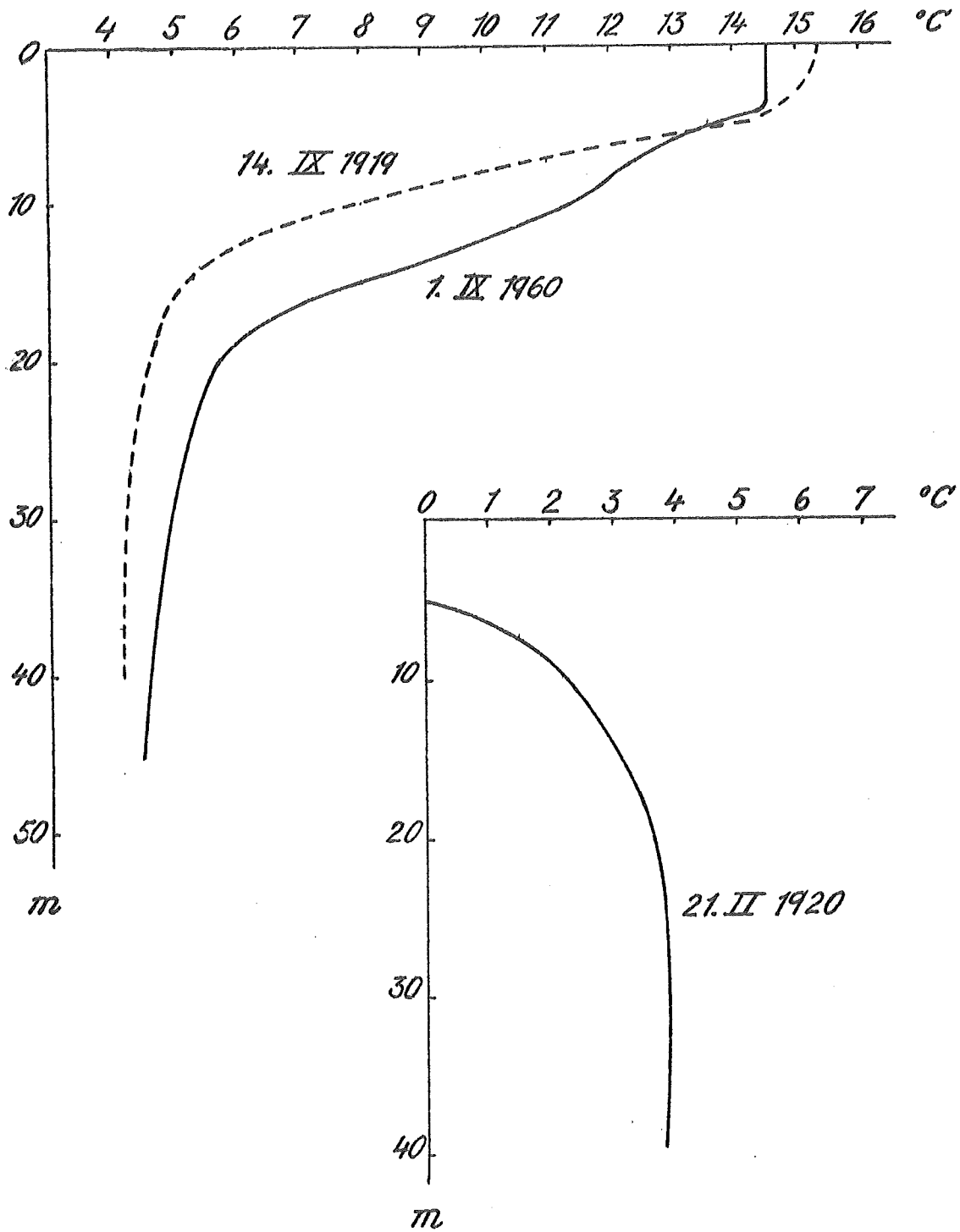
- Miller, R.B., M.J. Paetz 1959. The effects of power, irrigation and stock water developments on the fisheries of the South Saskatchewan River. *Can. Fish Culturist* 25:13-26.
- Nilsson, N.-A., G. Schumann 1959. Lake trout - en fisk för Sverige? *Svenskt Fiske* 2.
- Quennerstedt, N. 1958. Effect of water level fluctuation on lake vegetation. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 13.
- Rawson, D.s. 1958. Indices to lake productivity and their significance in predicting conditions in reservoirs and lakes with disturbed water levels. University of British Columbia.
- , F.M. Atton 1953. Biological investigation and fisheries management at Lac La Ronge, Saskatchewan. Dept. of Natural Resources, Saskatchewan.
- Ros, T. 1961. Vattenkraftregleringar och sötvattens organismvärld. *Natur i Lappland*.
- Schmidhauser, P. 1923. Les forces motrices du Lac d'Arnon. *Bull. Techn. Suisse Romande* 1-38.
- Svärdson, G. 1956. Experiment med fiskevatten. *Sv. Fiskeri Tidskr.*
- Thomann, J., W. Bally 1908. Biologisch-chemische Untersuchungen über der Arnensee. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.* Bd. 1.



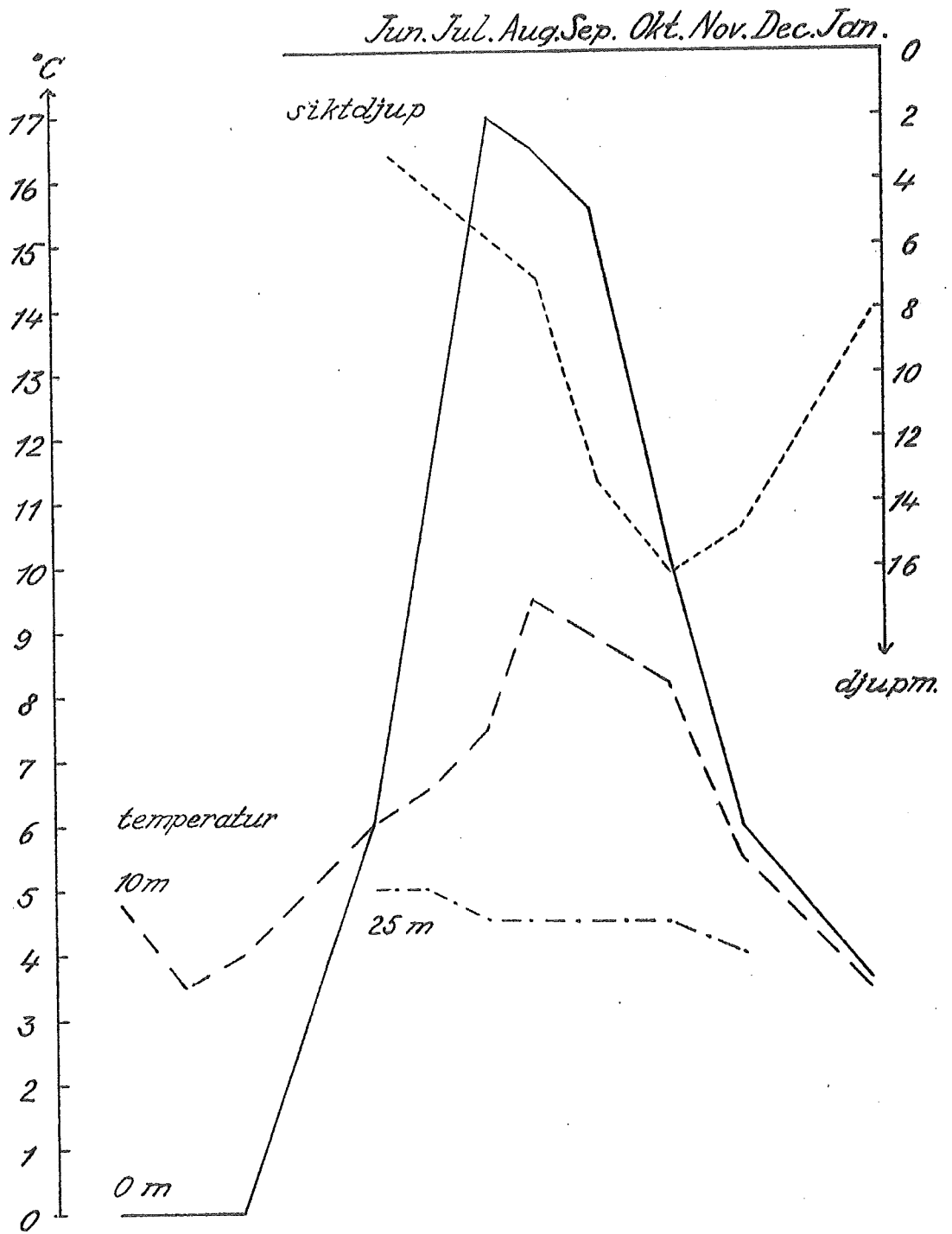
1. Arnensee. Årliga vattenståndsvariationer.



## 2. Temperaturskiktning i Arnensee.



*2a Arnensee före reglering*  
*siktdjup- och temperaturförhållanden*  
*(efter J. Thomann, W. Bally)*



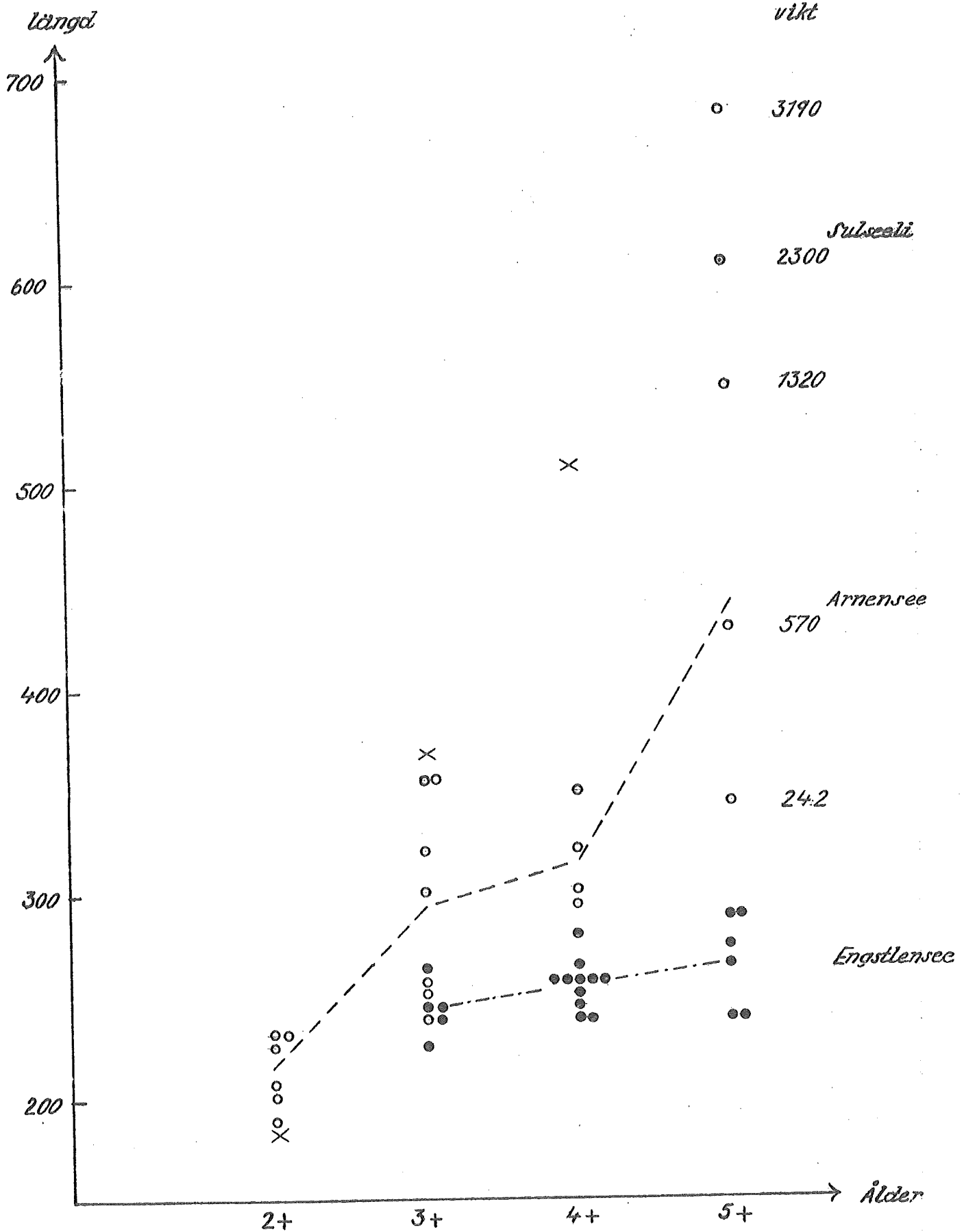
*Jan. Feb. Mars Apr. Maj Jun. Jul. Aug. Sep. Okt. Nov. Dec. Jan.*  
*1906 1907*





# 5. Kanadarödingens tillväxt

- Arnensee ○
- Engstensee ●
- Sulzeeli ●

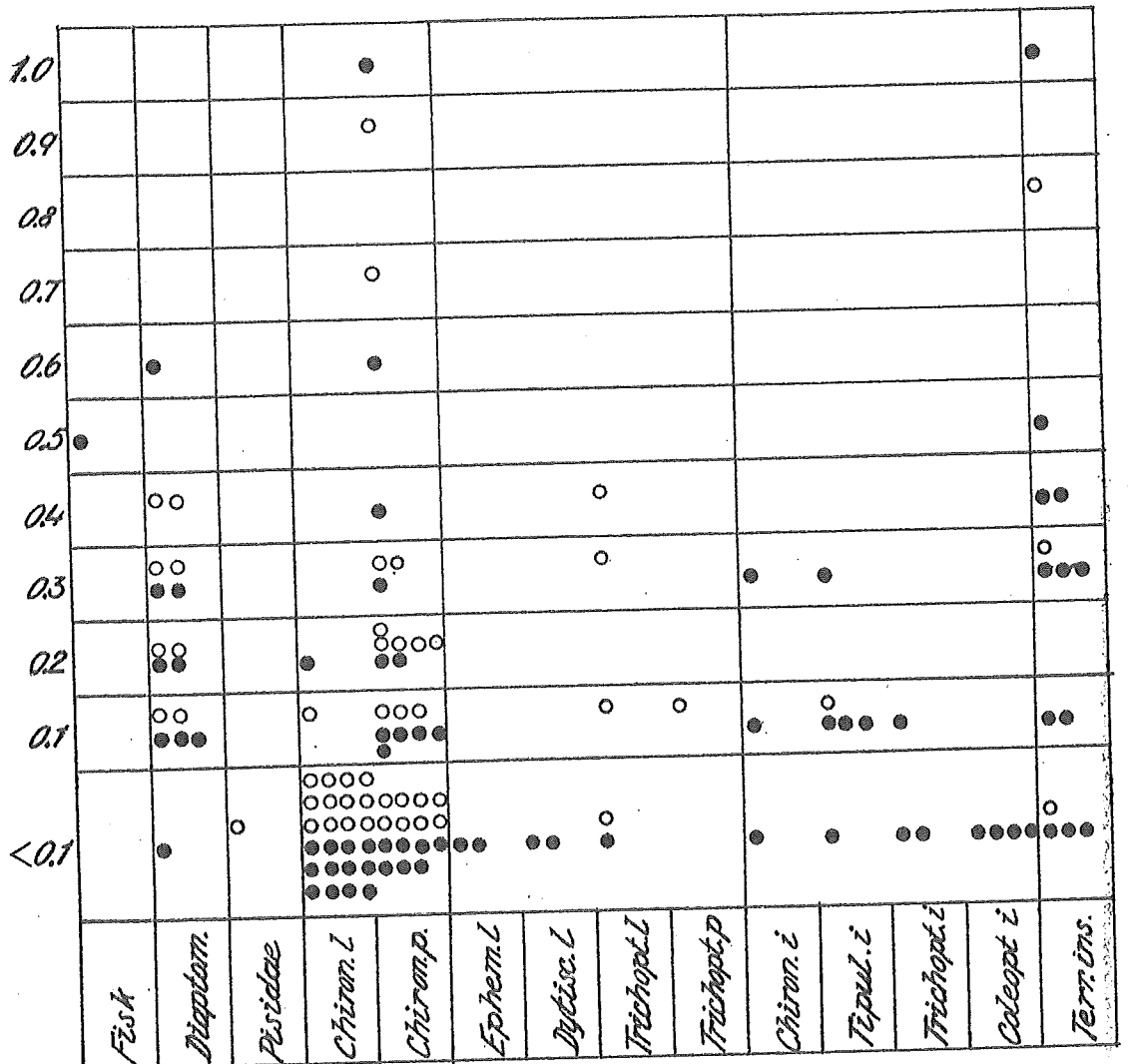


# 6. Engstlensee. September 1960

23 *Salvelinus alpinus* ○

22 *Salvelinus namaycush* ●

cm<sup>3</sup>



Termer och förkortningar.

- Abundans = individantal per yt- eller volymenhet  
Aphodiiner (Aphodiinae) = dyngbaggar  
Bränningszon = litoralens översta, av starka vågrörelser påverkade zon (typ blockstrand)  
Ceratopogonidae = svidknott  
Chironomider (Chironomidae) = fjädermyggor  
Cladocerer (Cladocera) = hinnkräftor  
Copepoder (Copepoda) = hoppkräftor  
Crustacéer = kräftdjur  
Detritus = död organisk substans  
Ekologi = organismernas förhållande till omvärlden  
Ephemerider (Ephemeroptera) = dagsländor  
Epilimnion = sjövattnets översta sommarvarma skikt  
Gastropoder (Gastropoda) = snäckor  
Heteropterer = skinnbaggar  
Hydracarina = vattenkvalster  
i. = imagines (fullbildade insekter)  
l. = larver  
Limnaea = dammsnäckor  
Litoral = sjöbottnens översta zon. I stort den del som är utsatt för solljus och i opåverkade sjöar är beväxt med rotfasta vattenväxter.  
Odonata = trollsländor  
Oligochaeter (Oligochaeta) = borstmaskar  
Ostracoder (Ostracoda) = musselkräftor  
p. = puppor  
Pisidium = ärtmusslor  
Planorbis = posthornsnäckor  
Plecopterer (Plecoptera) = bäcksländor  
Profundal = sjöns djupzon. I stort den del som inte är utsatt för solljus eller beväxt med rotfasta vattenväxter.  
Salmo = laxsläktet (S. salar = lax, S. trutta = öring, S. gairdneri = regnbåge)  
Salvelinus = rödingsläktet (S. alpinus = röding, S. fontinalis = bäckröding, S. namaycush = kanadaröding)  
Tipulidae = harkrankar  
Trichopterer (Trichoptera) = nattsländor