



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSEN

Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. Nr 24.  
(Mitteilungen der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm, Stockholm.)

---

ZUR BIOLOGIE  
DER BEFRUCHTUNG UND ENTWICKLUNG  
BEIM HECHT

GÄDDANS BEFRUKTNINGS-  
OCH UTVECKLINGSBIOLOGI SAMT  
GÄDDKLÄCKNING I GLAS

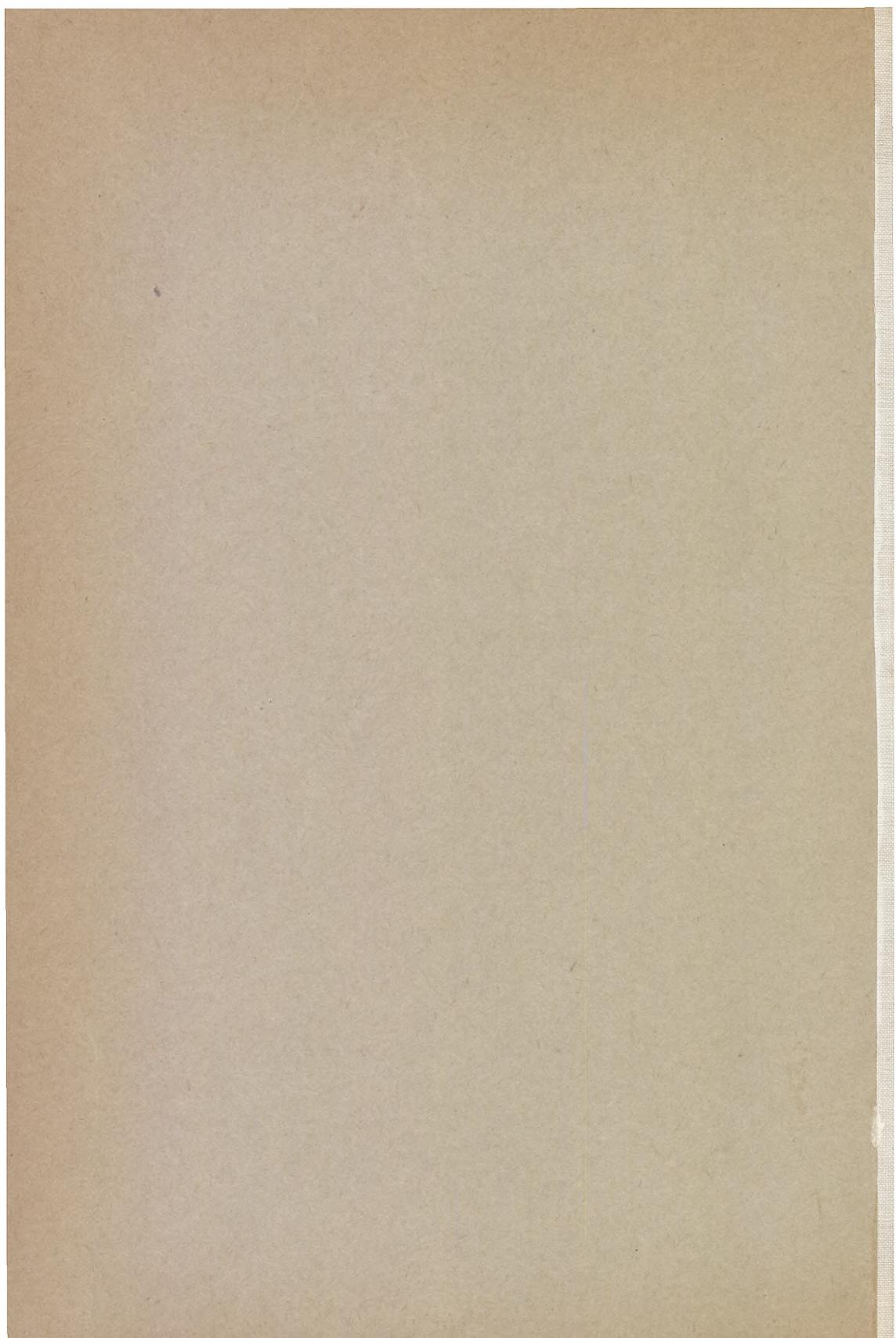
VON

*ARNE LINDROTH*

---

STOCKHOLM 1946





KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSEN

Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. N:r 24.  
(Mitteilungen der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm, Stockholm.)

---

ZUR BIOLOGIE  
DER BEFRUCHTUNG UND ENTWICKLUNG  
BEIM HECHT

GÄDDANS BEFRUKTNINGS-  
OCH UTVECKLINGSBIOLOGI SAMT  
GÄDDKLÄCKNING I GLAS

VON

*ARNE LINDROTH*

---

STOCKHOLM 1946





*Ivar Hæggströms*

BOKTRYCKERI A.B. · STOCKHOLM · 1946

481312

# Inhaltsverzeichnis.

## Innehållsförteckning.

Deutscher Teil — <i>tyskspråkig del.</i>		Seite
Einleitung .....		7
I. Abschnitt. Experimenteller Teil .....		8
1. Kapitel. Die Befruchtung .....		8
A. Milch und Rogen .....		8
I. Die Milch .....		8
a. Bau des Spermiums .....		8
b. Spermienkonzentration in der Milch .....		8
c. Spermienbewegung .....		9
1. Süßwasser (Bewegungsmodus, Schwimmzeit, Befruchtungszeit, Schwimmgeschwindigkeit, Schwimmstrecke) .....		9
2. Meerwasser, Brackwasser und Ringerlösungen..		14
3. Spermien in Eiflüssigkeit und Harn .....		15
d. Haltbarkeit der Milch .....		17
e. Sterilität der Hechtmännchen .....		19
II. Der Rogen .....		19
a. Eizahl .....		19
b. Das reife Ei im Ovarium .....		24
c. Veränderungen des reifen Eies auf Wasserzusatz ..		26
1. Süßwasser .....		26
a. Volumenvermehrung .....		26
β. Eikapselveränderungen (Härtung der Eikapsel, Klebrigkeit der Eier, Schliessen des Mikropylekanals, Befruchtungszeit) .....		27
γ. Plasmakonzentration .....		31
δ. Die sog. Rotation .....		33
2. Meerwasser, Brackwasser und Ringerlösungen..		34
d. Das unreife Ei im Wasser .....		39
e. Haltbarkeit des Rogens .....		39

	Seite
B. Ökologie der Befruchtung .....	42
a. Der Befruchtungsvorgang — biologisch betrachtet	42
b. Methodisches .....	42
c. Die Kontrolle des Befruchtungsergebnisses.....	44
d. Die Bedeutung der Umweltfaktoren .....	47
1. Temperatur .....	47
2. Sauerstoffdruck .....	47
3. Kohlendioxiddruck und pH .....	49
4. Salzgehalt .....	49
5. Licht .....	52
2. Kapitel. Die Entwicklung im Ei .....	52
A. Das befruchtete Ei .....	52
a. Die Entwicklungsstadien .....	52
b. Die Entwicklungsgeschwindigkeit .....	54
c. Die Bedeutung der Umweltfaktoren .....	69
1. Temperatur (Temperaturrextreme, Temperaturschwankungen) .....	69
2. Sauerstoffdruck (Aerobiose: Sauerstoffbedarf, Sauerstoffdruckbedarf, Sauerstofftransport; Anaerobiose) .....	71
3. Wasserstoffionenkonzentration .....	79
4. Salzgehalt .....	79
5. Licht .....	80
6. Mechanische Störungen (Druck, Stoss, Rotation) .....	80
7. Anfall von Pilzen und Bakterien .....	85
B. Das unbefruchtete Ei (Stossempfindlichkeit, Absterben) ..	85
3. Kapitel. Die Schlüpfung .....	87
a. Verlauf der Schlüpfung .....	87
b. Zeitpunkt der Schlüpfung .....	88
c. Die Bedeutung der Umweltfaktoren .....	89
1. Temperatur .....	89
2. Sauerstoffdruck .....	89
3. Wasserstoffionenkonzentration .....	90
4. Licht .....	91
5. Mechanische Störungen .....	91

	Seite
4. Kapitel. Die Larvenentwicklung .....	91
a. Die Larvenstadien .....	91
b. Die Entwicklungsgeschwindigkeit .....	93
c. Die Bedeutung der Umweltfaktoren .....	93
1. Temperatur .....	93
2. Sauerstoffdruck .....	94
3. Salzgehalt .....	95
4. Licht .....	95
II. Abschnitt. Biologischer Teil .....	96
A. Hydrographie der Laichplätze des Hechtes .....	96
B. Das Laichen des Hechtes .....	102
C. Ökologisches .....	105
I. Die Befruchtung .....	105
II. Die Eientwicklung .....	106
III. Das Schlüpfen .....	108
IV. Die Larvenentwicklung .....	108
III. Abschnitt. Die Hechtzucht. (Zusammenfassung des entsprechen- den schwedischen Abschnittes) .....	110

Svenskspråkig del — *schwedischer Teil.*

	Sida
Inledning .....	111
Avdelning I. Experimentell del. (Sammanfattning av motsva- rande tyskspråkiga avdelning) .....	113
Avdelning II. Biologisk del. (Sammanfattning av motsvarande tyskspråkiga avdelning) .....	117
Avdelning III. Gäddodling .....	118
A. Historisk översikt .....	118
B. Gäddkläckning i glas .....	119
I. Nu begagnade metoder .....	120
a. Avelsmaterial .....	120
b. Kramning .....	121
c. Befruktning .....	121
d. Romtransport och inläggning i glas .....	123

	Sida
e. Skötsel i kläckningsglasen .....	123
f. Kläckning .....	126
g. Yngelvård och utplantering .....	127
II. Befruktnings- och kläckningsresultat .....	127
III. Diskussion .....	136
a. Avelsmaterial .....	136
b. Kramning .....	138
c. Befruktning .....	140
d. Romtransport och inläggning i glas .....	143
e. Skötsel i kläckningsglasen .....	145
f. Kläckning .....	150
g. Yngelvård och utplantering .....	151
h. Kläckning av saltsjögädda .....	151
IV. Kort handledning i gäddkläckning i glas (utarbetad i samråd med fiskmästare H. ANDERSSON) .....	153
Bihang: Översikt över äggskador — <i>Anhang: Übersicht der Eischaden</i> .....	156
Literatur — <i>Litteratur</i> .....	159
Tafel I—III — <i>Plansch I—III</i> .....	166

# DEUTSCHER TEIL

---

## Einleitung.

Der grosse Umfang der Hechtzucht in Schweden und die grossen Verluste, welche trotz regen Interesses und eifriger Arbeit der Züchter im Durchschnitt beinahe 50 % der bebrüteten Eier ausmachen, haben eine grundlegende Untersuchung über die Voraussetzungen der Technik der Hechtzucht wünschenswert erwiesen und die vorliegende Arbeit veranlasst.

Die Untersuchungen wurden hauptsächlich an der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm ausgeführt, und zwar hauptsächlich in den Hechtlaichzeiten 1941—1943. Daneben wurden auch besondere Fragen an einigen Brutanstalten studiert, so an der Hechtbrutanstalt auf Sollerön in Dalarna (1942) und an der Lachsbrutanstalt zu Mörrum in Südschweden (1943).

Während des Ganges der Untersuchung hat, wie es öfters der Fall ist, der ursprüngliche Plan abgeändert und erweitert werden müssen. Der Reichtum an Fragen, die sich aufgestellt haben, hat es mit sich gebracht, dass ich sie als Einzelprobleme nicht alle eingehend behandeln konnte. Auch beanspruche ich bei weitem nicht, eine endgültige Besprechung aller der vielseitigen Probleme des Hauptthemas geliefert zu haben; vielmehr sind viele der gewonnenen Ergebnisse als vorläufig zu betrachten. Einen Grundriss zur Befruchtungs- und Entwicklungsbiologie des Hechtes hoffe ich jedoch geliefert zu haben.

Weil es mir glaubhaft erscheint, dass die Versuche und Ergebnisse, die die generellen Probleme berühren, vielleicht ein allgemeineres Interesse beanspruchen können als die praktischen Fragen, die hauptsächlich schwedische Verhältnisse behandeln, habe ich die zwei ersten Abschnitte der Darstellung — den experimentellen und den biologischen Teil — in deutscher Sprache, den dritten Abschnitt — die Hechtzucht — in schwedischer Sprache dargestellt, und in der anderen Sprache nur kurze Zusammenfassungen geliefert.

## I. ABSCHNITT

# EXPERIMENTELLER TEIL

---

## 1. Kapitel. Die Befruchtung.

Der Befruchtungsbegriff wird hier rein biologisch aufgefasst, als das Zusammentreffen zwischen Spermium und Ei und als Anfangsmoment der Entwicklung. Auf die Kernbefruchtung wird also nicht eingegangen.

### A. Milch und Rogen.

#### I. Die Milch.

Die Milch wurde den männlichen Hechten meistens so entnommen, dass ein Mithelfer den Fisch in Rückenlage festhielt. Die Analgegend wurde abgetrocknet. Mit massierenden Bewegungen von vorn — bis von den Brustflossen her — nach hinten wurde die Milch zum Herausfließen gebracht und unmittelbar in eine Pipette aufgesogen (s. Textfig. 46). Auf diese Weise konnte viel und besonders reine Milch erhalten werden. Mehr als einige Zehntel ccm lieferten jedoch nur wenige Männchen.

#### a. Bau des Spermiums.

Das Hechtspermium ist nach dem allgemeinen Plan des Wirbeltierspermiums aufgebaut (Textfig. 1). Der Kopf beträgt etwa  $1,5 \mu$  im Durchmesser und mit dem Schwanz ist das Spermium etwa  $20-25 \mu$  lang.

#### b. Spermienkonzentration in der Milch.

Eine Berechnung der Spermienkonzentration unverdünnter Milch ergab mehr als 20 Milliarden Spermien pro ccm Milch. SCHLENK und KAHMANN (1937) geben für die Forelle etwa 10 Milliarden an. Vermutlich besteht



Textfig. 1. Hechtspermium. Schema. Vergr. 2 000  $\times$ . Massstab 5  $\mu$  lang. — Gäd spermie.

eine individuelle Variation; eine Auffassung der Grössenordnung dürfte jedoch von Wert sein.

Versuch I: Aus einem Formalinkonservierten Milchgemisch von Sollerö-Hechten wurden genau 0,025 ccm abgemessen und 400-mal verdünnt. In Bürkers Zählkammer wurden auf  $0,05 \times 0,05 \times 0,1$  mm 12,9 bzw. 13,6 Spermien gefunden (je 40 Einzelzählungen). Dies gibt 20,3 bzw. 21,8 Milliarden Spermien pro ccm Milch (1942).

Versuch II: Aus einer Spritzenpipette (Textfig. 6) wurde genau 0,021 ccm frischer Milch gegeben und im Messkolben mit schwacher Formalinlösung bis 50 ccm verdünnt. Zählung in der Zählkammer ergab 23 Milliarden Spermien pro ccm Milch (Drottningholm 2. IV. 1943).

Um den Wert verständlich zu machen, können wir uns einen Milchtropfen von 0,1 ccm auf 1 l verdünnt vorstellen. Das gibt mehr als 2 000 000 Spermien pro ccm Wasser, d. h. durchschnittlich weniger als 0,1 mm Abstand zwischen benachbarten Spermien.

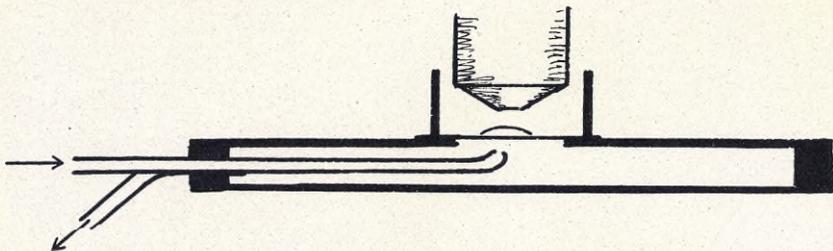
### c. Spermienbewegung.

#### 1. Süßwasser.

##### *Bewegungsmodus.*

In der unverdünnten Milch sind die Spermien unbeweglich. Eine Änderung der Ionenkonzentration des suspendierenden Mediums (SCHEURING) oder, nach neueren Untersuchungen, eine Verdünnung eines hemmenden Gamons ist erforderlich, um die Schwimmbewegungen der Spermien auszulösen. Die Verdünnung der Milch mit Wasser ist das natürliche Irritament zur Schwimmbewegung.

SCHEURING (1924) behauptet für Forellenmilch, dass die Schwimmbewegungen anfangs ein „kreisendes, wirbelndes Umherschwirren“ wären, das nachher in „bohrende, drehende Bewegungen“ übergehen sollte. In der ersten Phase würde das Ei aufgesucht, in der letzten die Eihülle durch-



Textfig. 2. Methodik zur Untersuchung der Schwimmzeit der Spermien bei verschiedener Temperatur. Wasserküvette als Objektisch. — *Metodik för undersökning av spermernas simtid vid olika temperatur.*

drungen. SCHLENK und KAHMANN (1937) vermochten indessen nach kinematographischer Analyse der Bewegung der Forellenspermien zu zeigen, dass diese Zweiteilung des Bewegungsmodus nicht berechtigt ist.

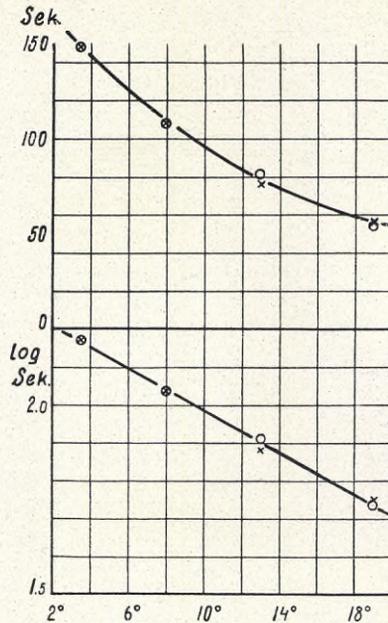
Das Fischspermium schwimmt, wie schon ADOLPHI gezeigt hat (1906), kreisend und besitzt keine echte Rheotaxie.

#### *Schwimmzeit.*

Die Schwimmzeit des Hechtspermiums im Wasser beträgt laut Angaben in der Literatur von 20—30 Sek. bis 3—4 Min. (s. z. B. HEUSCHMANN 1940 und bei WUNDER 1936). Für Lachsfische wird 30—45 Sek. angegeben und SCHMIDTOW behauptet beim Stör mehrere Stunden (SCHMIDTOW 1936).

Textfig. 2 zeigt meine Methodik bei der Untersuchung der Schwimmzeit bei verschiedener Temperatur. Auf das dünne Deckglas der Küvette wurde ein Wassertropfen von der Temperatur des Spülwassers gebracht. Mittels einer Glasnadel wird ein kleinster Milchtröpfchen ins Wasser eingerührt; die Milch ist vorher bei der Versuchstemperatur aufbewahrt. Mit der Stoppuhr wurde unter dem Mikroskop die Zeit bis zum Abklingen der Schwimmbewegungen gemessen (vgl. SCHEURING 1924, S. 190). Den Zeitpunkt des Aufhörens der Bewegungen einwandfrei festzustellen, ist undurchführbar; es besteht hier ein subjektives Moment.

Das Versuchsergebnis stellt Textfig. 3 dar. Es besteht ein geradliniges Verhältnis zwischen dem Logarithmus der Schwimmzeit und der Temperatur. (So auch beim Quappenspermium — LINDROTH, unveröff.) Die Schwimmzeit lässt sich durch folgende Formel ausdrücken:  $S \cdot 10^{at} = K$  wo  $S$  = Schwimmzeit in Sek. ist,  $t$  = Temperatur,  $a$  und  $K$  = Konstanten. Für die gefundene Kurve gilt  $a = 0,027$  und  $K = 181,5$ . Mit diesen Werten erhalten wir eine  $Q_{10}$  für die Energieentwicklung des Hechtspermiums = 1,9.



Textfig. 3. Schwimmzeit der Hechtspermien im Verhältnis zur Temperatur. Drottningholm 1941. — Gäddspermiens simtid i förhållande till temperaturen.

Einfacher ausgedrückt schwimmt das Hechtspermium (bei Mälarsee-Hechte) bei 5° etwa 2 Min., bei 10° etwa 1,5 Min. und bei 15° 1 Min.

#### *Befruchtungszeit.*

Die Befruchtungszeit der Milch im Wasser wurde mit der gleichen Methodik untersucht, die ich früher für Lachs benutzt habe (LINDROTH 1942 b; vgl. auch SEGERSTRÅLE 1941 b; JØKER 1943).

Milch von ♂ 34 wurde mit Wasser rasch verdünnt und das Milchwasser in bestimmten Zeitabständen auf Rogen in kleinen Petrischälchen gegossen. Tabelle 1 und Textfig. 4 veranschaulichen das Ergebnis, das mit SEGERSTRÅLES Befunden gut übereinstimmt.

Offenbar besteht eine gute Übereinstimmung zwischen Schwimmzeit und Befruchtungszeit; ein schwimmendes Spermium dürfte immer befruchtungsfähig sein, ein unbewegliches nicht (entgegen den Befunden von SVENSSON 1932; vgl. LINDROTH 1942 b).

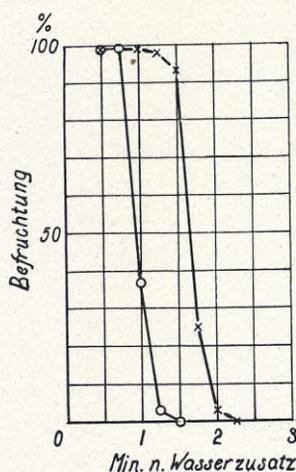
#### *Schwimmgeschwindigkeit.*

Es gelang mir nicht, die Schwimmgeschwindigkeit experimentell zu messen. ADOLPHI (1906) gibt für das Hechtspermium 10–14 und bis auf 100

Tabelle 1.

Befruchtungszeit der Hechtspermien. Hechte ♂ 34, ♀ 31. Drottningholm 24. IV. 1942. — Gäddspermernas befruktningstid.

Min. nach Wasserzusatz zur Milch Min. efter vatten tillsats till mjölken	8°5		13°5	
	Zahl der Eier Antal ägg	Befruchtung, % Befruktning, %	Zahl der Eier Antal ägg	Befruchtung, % Befruktning, %
1/2	236	99	202	99
3/4	—	—	303	99
1	303	99	310	37
1 1/4	305	98	263	3
1 1/2	247	93	etwa 300	0
1 3/4	307	25	» 300	0
2	352	3	» 250	0
2 1/4	etwa 200	0	—	—
2 1/2	» 250	0	—	—
3	» 250	0	» 250	0
4	» 300	0	» 200	0
5	» 300	0	—	—



Textfig. 4. Befruchtungszeit der Hechtspermien. × 8,5°, o 17,5°. (Tabelle 1.) — Gäddmjölkens befruktningstid.

$\mu$  pro Sek. bei  $21^\circ$  an. Diese Werte stimmen mit den Angaben von SCHLENK und KAHMANN (1937) für Forellenmilch gut überein. Diese Forscher konnten mikrokineematographisch nachweisen, dass die Geschwindigkeit bei einer bestimmten Temperatur eine Exponentialfunktion der Zeit ist, und dass sie von hohen Initialwerten von etwa  $250 \mu/\text{Sek.}$  bis auf Null herabsinkt.

#### *Schwimmstrecke.*

Einem schwimmenden Spermium steht nach SCHEURING (1928) nur eine bestimmte Energiemenge zur Verfügung, und SCHLENK und KAHMANN (1937) haben auch gezeigt, dass die Schwimmstrecke eines Forellenspermiums von der Temperatur und der Schwimgeschwindigkeit ziemlich unabhängig um 2,3 mm variiert.

Wenn wir ADOLPHIS Werte annehmen (s. oben) und  $50 \mu/\text{Sek.}$  als durchschnittliche Schwimgeschwindigkeit des Hechtspermiums betrachten ( $20^\circ$ ), erhalten wir mit einer Schwimmzeit von etwa 50 Sek. ( $20^\circ$ ) eine Schwimmstrecke von 2 bis 3 mm, einen Wert, den man als wahrscheinlich annehmen kann.

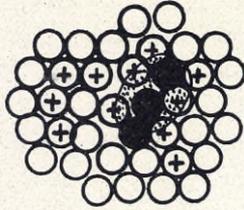
Hier ist indessen nochmals hervorzuheben, dass das Spermium nicht gerade, sondern stetig kreisend schwimmt. Wir verstehen, dass ein Fischspermium zum Aufsuchen des Eies nur mittels des eigenen Schwimmvermögens nicht weit kommt. Es schwimmt zu kurz und stirbt zu rasch. Eine innige Durchmischung von Rogen und Milch ist (wo nicht Paarung und innere Befruchtung stattfindet) unerlässlich, um — sowohl in der Natur als auch bei künstlicher Befruchtung — ein gutes Befruchtungsergebnis zu erzielen.

Dies zeigt z. B. folgender Versuch über das Befruchtungsgebiet der Milch (Drottningholm 27. IV. 1942):

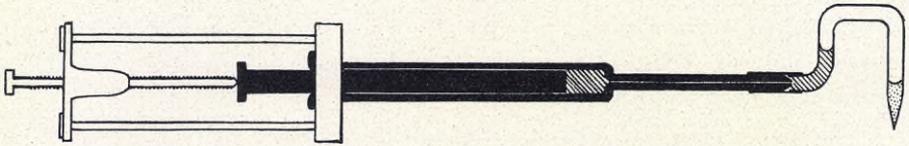
Der Boden eines Petrischälchens wurde mit einer einfachen Eierschicht bedeckt, Wasser vorsichtig darüber gegossen und ein Milchtropfen unter Vermeidung von Umrühren in die Mitte plaziert. Textfig. 5 zeigt das Ergebnis. Kein Ei der mehr als 2 Eidurchmesser vom Rand des Milchtropfens entfernt war, wurde befruchtet. (Die Ursache des Weisswerdens der drei vom Tropfen bedeckten Eier ist mir rätselhaft.)

Aufschlussreich ist auch ein Versuch über die für gute Befruchtung erforderliche Spermienkonzentration des Wassers:

Frische Milch wurde in die Spritzenpipette der Textfig. 6 aufgesogen (unter Paraffinöl). Eine bekannte, kleine Menge Milch wurde am Rand eines 2 l fassenden Bechers gegeben, 1 l Wasser rasch zugefügt, den Milchtropfen mitreissend. Unter Umrühren wurden sofort etwa 100 Eier zugegeben und das Befruchtungsergebnis nach dem Verlauf eines Tages kontrolliert. Tabelle 2.



Textfig. 5. Befruchtungsgebiet eines Milchtröpfchens. Punktiert = Milch, + befruchtete Eier, schwarze Eier „tot“. 8°. (S. Text S. 13.) — *En mjölkdroppes befruktningssområde. Droppen punkterad, befruktade ägg utmärkta med +.*



Textfig. 6. Spritzenpipette für exakte Abmessung kleiner Milchmengen. Punktiert Milch, weiss Paraffinöl, schraffiert Wasser. — *Sprutpipett för exakt dosering av små mjölkemängder.*

### Tabelle 2.

Spermienkonzentration und Befruchtungsergebnis. Hecht ♀ 202, viele ♂♂.  
10°. Drottningholm 2. IV. 1943. (S. Text S. 13.) — *Spermie-  
koncentration och befruktning.*

Spermienkonzentration		Befruchtungsergebnis
ccm Milch/l ccm mjölke/l	Spermienzahl/l Antal spermier/l	Befruktning %
0,0025	60 000 000	1
0,005	120 000 000	10
0,01	230 000 000	53
0,02	460 000 000	76
0,04	920 000 000	75
Kontrolle nach Methode B (S. 43.)		82

Bis hinunter zu 0,02 ccm Milch pro l Wasser gibt gute Befruchtung. Dies entspricht etwa 500 Millionen Spermien pro l oder 500 000 pro ccm.

#### 2. Meerwasser, Brackwasser und Ringerlösungen.

Im Meerwasser mit mehr als 30 ‰ Salzgehalt bleiben die Hechtspermien unbeweglich. Dies betrifft sowohl Süßwasserhechte als Brackwasserhechte.

die sich im Brackwasser von 6—7 ‰ Salzgehalt aufhalten. Setzt man zu einer Spermien suspension in 30 ‰ reichlich Süßwasser, können die Spermien, wenn der Zusatz innerhalb einer Minute geschieht, zum Schwimmen gebracht werden.

Brackwasser mit niedriger Salzkonzentration kann die Schwimmbewegungen auslösen. Bei 4—7 ‰ kann kein Unterschied gegenüber Süßwasser beobachtet werden. Bei 10 ‰ merkt man, dass sowohl die Zahl schwimmender Spermien kleiner ist und die Bewegungen matter als im Süßwasser sind; bei 15 ‰ schwimmen nur noch einzelne Spermien und bei 20 ‰ habe ich nur einmal ein sich schwach bewegendes Spermium gesehen. Spermien von Süßwasserhechten bzw. Brackwasserhechten verhalten sich nach diesen orientierenden Versuchen gegenüber salzigem Wasser gleich.

Zusatz von Süßwasser nach einer Minute zu einer Spermien suspension in 15 ‰ erregte etwa 50 % der Spermien zu normalen Schwimmbewegungen.

Es scheint, als ob die Schwimmzeit im Salzwasser dieselbe wie im Süßwasser wäre, wenn auch keine exakten Messungen ausgeführt wurden. (Beim Lachs wird die Schwimmzeit im Meerwasser verlängert. S. ELLIS und JONES 1939.)

In Froschringerlösung, welche etwa 7 ‰ Salzgehalt entspricht, schwimmen die Spermien, in Kaninchenringer dagegen nur einzelne (entspricht 10 ‰). Die Schwimmzeit ist möglicherweise etwas verlängert. In physiologischer NaCl-Lösung haben WINGE und DITLEVSEN (1937) noch nach 15 Min. 89 % Befruchtung mit Forellenmilch erzielt.

### 3. Spermien in Eiflüssigkeit und Harn.

Für den Fischzuchter ist es von Wert zu wissen, wie sich die Spermien in der Eiflüssigkeit benehmen, die bisweilen reichlich aus den Mutterfischen beim Streifen herausfließt. SCHEURING (1924) hat gezeigt, dass die Eiflüssigkeit bei Lachsfischen die Spermien zum Schwimmen bringt, die Schwimmzeit verlängert und das Befruchtungsergebnis verbessert. ELLIS und JONES (1939) beobachten bei Lachsmilch 7 Tage Schwimmzeit in Eiflüssigkeit. Bei den Lachsfischen ist die Eiflüssigkeit als Cölomflüssigkeit zu betrachten, die reifen Eier gelangen hier in die Leibeshöhle. Beim Hecht dagegen sind die Ovarien geschlossen und führen durch die Geschlechtsöffnungen direkt ins Wasser hinaus. Die Eiflüssigkeit stammt also hier von den Ovarien und ist nur ausnahmsweise so reichlich, dass sie abpipettiert werden kann.

In der Eiflüssigkeit schwimmen die Hechtsspermien mit einer besonders verlängerten Schwimmzeit, aber mit verlangsamtten Bewegungen. Im einem

Tabelle 3.

Befruchtungseigenschaften der Milch in Eiflüssigkeit. Hecht ♂ 37.  
Drottningholm 28. IV. 1942. — *Mjölakens befruktningsegenskaper i romvätska.*

A. Befruchtung mit einem Milch-Eiflüssigkeitsgemisch. — <i>Befruktning med en mjölke-romvätskeblandning</i>			B. Wasserzusatz zu einem Milch-Eiflüssigkeits-Rogen-Gemisch. — <i>Vattentillsats till en mjölke-romvätske-romblandning</i>		
Min. n. d. Mischung <i>Min. efter blandning</i>	Eizahl <i>Ägg</i>	Befr. %	Min. n. d. Mischung <i>Min. efter blandning</i>	Eizahl <i>Ägg</i>	Befr. %
0	—	—	0	73	100
2	—	—	2	41	95
4	78	94	4	—	—
5	—	—	5	64	94
7	104	83	7	—	—
12	168	33	12	101	97
20	190	13	20	140	97
30	164	6	30	142	97
60	115	3	60	134	93
90	169	1	90	238	96

Falle wurde beobachtet, wie ein Spermium unaufhörlich einen engen Kreis beschrieb, dessen Radius etwa das doppelte der Spermienlänge betrug. Bei etwa 18° persistierten die Schwimmbewegungen noch nach 10 Minuten, so auch nach 15 Minuten, aber diesmal ohne Ortsbewegung. Noch nach 30 Minuten wurden schwache Bewegungen beobachtet.

Die Befruchtungszeit in Eiflüssigkeit wurde untersucht:

Etwas Eiflüssigkeit, die aus einem Mutterfisch reichlich herausfloss, wurde von den Eiern abpipettiert und mit Milch gemischt. Milch wurde auch mit Rogen und Eiflüssigkeit gemeinsam ausgerührt. In bestimmten Zeitabständen wurde teils mit dem Milch-Eiflüssigkeit-Gemisch unter Wasserzusatz Eier befruchtet, teils wurde durch Wasserzusatz im Milch-Eiflüssigkeit-Rogen-Gemisch „Befruchtung“ zustandegebracht.

Das Ergebnis zeigt die Tabelle 3.

Was die Spermien betrifft, so geht hervor, dass die Befruchtungszeit der Spermien in Eiflüssigkeit wesentlich länger als im Wasser sein muss; noch nach 12 Minuten wurde ein Drittel der Eier befruchtet (Serie A). Dabei zeigt sich auch die wichtige Tatsache, dass die Spermien ins Ei hineinzudringen vermögen, auch ohne Wasserzusatz, nur in der Eiflüssigkeit schwimmend, denn in der Serie B wurde 96 % Befruchtung erzielt, auch bei Wasserzusatz erst nach 1½ Stunde, und obgleich beinahe keine Spermienbewegung mehr hat bestehen können (um nach Serie A zu schliessen). WINGE

und DITLEVSEN haben für Forellenmilch nach 15 Min. in Blutserum eine Befruchtung von 90—100 % gefunden (1937).

Im Harn, der Harnblase eines männlichen Hechtes entnommen, schwimmen die Spermien, und die Schwimmzeit scheint mit der im Süßwasser übereinzustimmen.

#### d. Haltbarkeit der Milch.

Versuche, die Milch verschiedener Fische im männlichen Fisch oder unter verschiedenen Vorsichtsmaßnahmen gestreift aufzubewahren, wurden früh ausgeführt (s. v. D. BORNE 1895). Am bekanntesten sind die Untersuchungen von BROFELDT (1914), dem es gelang, Lachsmilch befruchtungstüchtig beinahe 3 Tage zu bewahren. Die Milch von *Accipenser*-Arten lebt nach SCHMIDTOW (1936) bis 20 Tage, wenn sie steril gesammelt und aufbewahrt wird. (S. auch SCHEURING 1924 und 1928; KAWAJIRI 1927 a.)

Was den Hecht betrifft, so verlieren die Spermien im toten Fisch nach wenigen Stunden ihr Schwimmvermögen (SVENSSON 1931). Selbst habe ich Befruchtung mit Spermien erzielt, die aus zerschnittenen und bei etwa 0° 30 Stunden aufbewahrten Testisstückchen herausgeschwemmt wurden (Sollerön 4.—5. VI. 1942).

Mit „trockener“ Milch, bei etwa 0° 40 Stunden lang aufbewahrt, wurde eine gute Befruchtung erhalten (91 %; Sollerön 2.—4. VI. 1942), und GOTTBURG (1923, 1926) gibt für Hechtmilch eine Haltbarkeit von etwa 2 Tagen an, ebenso SEGERSTRÅLE.

Eingehender wurde die Frage experimentell untersucht. Milch zweier Männchen wurde in je vier Portionen verteilt und bei 3,5°, 8°, 13° und 19° gehalten. Von Zeit zu Zeit wurde die Schwimmzeit bestimmt. Ergebnis, s. Tabelle 4. Bei niedriger Temperatur dürfte befriedigendes Befruchtungsvermögen bis zu zwei Tagen bestehen.

Es muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass in diesen Versuchen die Milch zwar nicht steril entnommen und aufbewahrt wurde, aber doch vorsichtig und unter Vermeidung von Beimischung mit Harn und Schleim. Ein steriles Verfahren hätte vielleicht die Aufbewahrungszeiten verlängern können.<sup>1</sup>

Eine Vermischung mit Schleim und Harn ist jedoch nicht so gefährlich, wie man es sich meistens vorstellt. Im folgenden Versuch wurde die Milch eines Männchens teils rein, teils mit dem gleichen Teil Schleim und Harn gemischt, auf ihre Haltbarkeit bei 10° untersucht.

<sup>1</sup> Bei sterilem Verfahren habe ich 1945 ziemlich gutes Schwimmvermögen nach 5 Tagen beobachtet; eine Befruchtung mit dieser Milch fiel jedoch ganz negativ aus.

Tabelle 4.

Haltbarkeit der „trockenen“ Milch. Schwimmzeit in Sek. nach Einzelmessungen. Hechte ♂ 18 und ♂ 20. Gestreift 12. V. 1941 14.25 bzw. 14.35.

— „Torr“ mjölkes hållbarhet. Simtid i sek. Hanar 18 och 20 kramade 12. V. 1941 14.25 respektive 14.35.

Uhrzeit Tid	♂	T e m p e r a t u r			
		3°5	8°0	13°0	19°0
{ 12. V. 20 <sup>50</sup> —21 <sup>50</sup>	18	148	108	76	57
	20	148	108	82	54
{ 13. V. 9 <sup>10</sup> —9 <sup>40</sup>	18	143	94	87 beinahe alle lebend viele lebend	Tot Tot
	20	144	98 nicht alle lebend		
{ 13. V. 22 <sup>50</sup> —23 <sup>05</sup>	18	141 alle lebend	beinahe alle lebend	einzelne lebend	
	20	139 beinahe alle lebend	viele lebend	einzelne lebend	
{ 14. V. 10 <sup>35</sup> —10 <sup>45</sup>	18	140 alle lebend	einzelne lebend		
	20	155 beinahe alle lebend	einzelne lebend		
{ 14. V. 22 <sup>15</sup>	18	152 beinahe alle lebend			
	20	152 viele lebend			
{ 15. V. 11 <sup>00</sup>	18	150 die Mehrzahl lebend			
	20	165 viele lebend			
{ 15. V. 22 <sup>00</sup>	18	140 viele lebend			
	20	einige lebend			
{ 16. V. 10 <sup>35</sup>	18	138 einige lebend			
	20	139 einige lebend			
{ 16. V. 22 <sup>00</sup>	18	wenige lebend			
	20	tot			

4. VI. 1942	18 <sup>40</sup>	gestreift	Milch rein	Milch unrein
»	23 <sup>40</sup>		alle Spermien lebend	alle lebend
5. VI.	»	7 <sup>40</sup>	viele	» nicht so viele
»	13 <sup>30</sup>		»	» wenige lebend
»	17 <sup>30</sup>		wenige	» einzelne »

Aus der Tabelle 4 geht auch hervor, dass sich die Schwimmzeit nicht wesentlich verändert, so lange die Spermien nur überhaupt zum Schwimmen gebracht werden können (vgl. SCHEURING 1924 S. 210).

### e. Sterilität der Hechtmännchen.

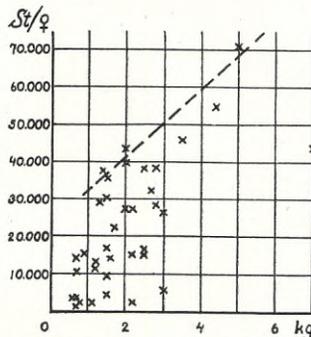
Nach einer ziemlich weit verbreiteten Auffassung ist das Hechtmännchen, auch wenn es Milch liefert, nicht selten steril. Dies wäre der Grund für die Massregel des Fischzüchters, bei künstlicher Befruchtung immer möglichst viele Männchen zu benutzen. Ich habe jedoch keine exakte Angabe experimentell festgestellter Sterilität gefunden. Selbst habe ich bei meinen zahlreichen Befruchtungsversuchen in der Regel nur je ein Männchen verwendet und nur einmal die Milch als Ursache eines schlechten Ausfalles im Verdacht gehabt. Die mikroskopische Prüfung hat nie sterile Männchen entschleiert. Weitere Untersuchungen sind nötig, um eine Sterilität milchproduzierender Hechtmännchen zu beweisen.

## II. Der Rogen.

In Hüllen, die an den Querwänden des septierten Ovariums durch einen allmählich sich abschnürenden Stiel befestigt sind, entwickeln sich die Eier. Reif scheinen sie frei im Ovarinneren zu liegen. Die Eireife wird ziemlich gleichzeitig von allen Eiern erreicht — der hintere Teil des Ovars soll allerdings unbedeutend in der Entwicklung voraneilen — weshalb ein reifer Mutterfisch beim Streifen meistens beinahe völlig entleert werden kann. Der Rogen wurde für die Versuche durch Streifen in gewöhnlicher Weise erhalten.

### a. Eizahl.

39 Hechtweibchen aus dem Siljan-See wurden u. a. auf ihre Rogenmenge untersucht. (S. Tabelle 5 auch bezüglich der Methodik.) Die Werte schwanken kräftig und nur wenige Mutterfische haben ihre ganze Rogenmenge geliefert, sei es, dass sie nicht vollreif waren, oder zum Teil schon gelaicht



Textfig. 7. Eizahl im Verhältnis zum Gewicht des Mutterfisches bei Hechten aus dem See Siljan. (Tabelle 5.) — *Rommängd i förhållande till moderfiskens vikt hos göddor från Siljan.*

Tabelle 5. Daten von 39 Hechtweibchen aus Siljan 26. Mai

Rogenvolumen (Kol. 5) in Litermassglass gemessen. Davon in eine Pipette genau 2 ccm abzählt und kontrolliert. Daraus ergibt sich Eizahl in der Probe (Kol. 14) und Beschaffenheit der wurde — sowie Eizahl des Mutterfisches (Kol. 6) und pro liter ungeschwollen (Kol. 7), und probe wurde gemessen, daraus berechnet sich Volumenvermehrung inklusive Wasser (Kol. 9) gemessenen Volumens auf interstitielles Wasser kommt (theoretisch, bei dichtester Lagerung die daraus berechnete Werte der Volumenvermehrung der einzelnen Eier (Kol. 10), Volumen

Nr	Tag Dag	Mutterfisch <i>Modorfisk</i>		Ungeschwollener Rogen <i>Osväld rom</i>				Geschwol- <i>Sväld</i>	
		Länge längd cm	Gewicht (geschätzt) vikt (skattad) kg	Totalvol. totalvol. ccm	Eizahl antal ägg		Eivol. äggvol. cmm	Volumenvermehrung <i>volymökning</i>	
					St.	St./l		mit Wass. med vatt. %	ohne Wass. utan vatt. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26. V.	93	4,4	400	54 400	136 000	7,3	145	35±10
2		50	0,6	25	3 700	148 500	6,7	130	25
3		65	1,5	70	9 400	134 500	7,4	145	35
4		82	3	205	26 900	131 000	7,6	135	30
5	28. V.	57	1,1	20	2 500	127 000	7,9	130	25
6		53	0,7	10	1 400	142 500	7,0	130	25
7		78	2,8	>215	>28 900	134 500	7,4	140	30
8		79	2,8	290	38 300	132 000	7,6	135	30
9		64	1,5	120	17 000	141 500	7,1	155	40
10		62	1,5	35	4 900	139 500	7,2	135	30
11	30. V.	63	1,7	155	22 600	145 500	6,9	130	25
12		80	3,5	155 <sup>2</sup>	46 000 <sup>2</sup>	150 500	6,6	140	30
13		69	2,0	190	27 400	144 500	6,9	150	35
14		66	1,6	95	14 300	150 500	6,6	120	20
15		57	0,9	110	15 600	141 500	7,1	140	30
16		60	1,2	90	13 200	146 500	6,8	140	30
17		110	7,0	400	43 900	109 500	9,1	145	35
18		80	3,0	45	5 900	132 000	7,6	150	35
19		70	2,5	120	16 600	138 000	7,2	135	30
20		70	2,2	20	2 600	129 000	7,7	140	30

<sup>1</sup> *w*, *eg* und *ab* wurden vor der Berechnung von *b* % abgezogen.

<sup>2</sup> 200 ccm unreife Eier übrig. Die Kuppel scheint abnorm klein zu sein.

## —4. Juni 1942. — Värden från 39 gäddhonor från Siljan 1942.

gemessen und nach Methode B befruchtet (s. S. 43). Am folgenden Tage wurden die Eier ge-  
Eier (Kol. 15—22; Bezeichnungen s. S. 45) — woraus Befruchtungsprozent (Kol. 16) berechnet  
dazu noch Volumen eines ungeschwollenen Eies (Kol. 8). Das Volumen der geschwollenen Ei-  
und Eizahl pro liter geschwollen (Kol. 13). Empirisch wurde ermittelt, dass etwa 45 % des  
gleichgrosser Kugeln 26,18 %), also 55 % auf die Eier. Der Wert ist ziemlich ungenau, so auch  
des geschwollenen Eies (Kol. 11) sowie Eidurchmesser (Kol. 12).

lener Rogen rom			Befruchtungsproben Befruchtungsprov									Bemerkungen Anmärkingar
Eivol. äggvol. cmm	Eidurch- mess. äggdiam. mm	Eizahl antal ägg St./1	Ei- zahl antal ägg St.	b <sup>1</sup>		ub St.	us St.	uk St.	w <sup>1</sup> St.	eg <sup>1</sup> St.	ab <sup>1</sup> St.	
				St.	%							
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
9,9±0,8	2,7	55 500	272	265	<b>98</b>	5	—	—	—	—	—	
8,4	2,5	64 500	297	291	<b>99</b>	4	—	—	2	—	—	
10,0	2,7	55 000	269	267	<b>100</b>	1	—	—	1	—	—	reif 12. V.
9,9	2,7	55 700	262	247	<b>94</b>	15	—	—	—	—	—	
9,9	2,7	55 200	254	203	<b>80</b>	48	—	—	—	3	—	nicht vollreif
8,8	2,6	62 000	285	264	<b>93</b>	15	—	—	—	6	—	
9,6	2,6	56 000	269	269	<b>100</b>	—	—	—	—	1b	—	
9,9	2,7	56 200	264	261	<b>99</b>	2	—	—	—	1	—	
9,9	2,7	55 500	283	273	<b>96</b>	7	—	—	—	3	—	
9,4	2,6	59 500	279	240	<b>86</b>	36	—	—	—	3	—	ausgelaicht ?
8,6	2,5	63 400	291	288	<b>100</b>	1	—	—	—	2	—	nicht vollreif
8,6	2,5	63 400	301	249 <sup>2</sup>	<b>84</b>	45	—	1	4	2	—	nicht reif <sup>2</sup>
9,3	2,5	57 800	289	266	<b>93</b>	14	6	—	—	2	1	
7,9	2,5	68 500	301	284	<b>95</b>	11	—	3	1	2	—	
9,2	2,6	59 000	283	240	<b>88</b>	34	—	—	7	2	—	
8,8	2,6	61 700	293	243	<b>91</b>	10	—	13	—	27	—	
12,3	2,9	44 800	219	204	<b>94</b>	12	—	2	1	—	—	etwas ausgelaicht
10,3	2,7	53 400	264	255	<b>97</b>	3	—	4	—	2	—	unreif ?
9,4	2,6	58 800	276	242	<b>90</b>	25	3	—	—	6	—	
10,0	2,7	53 800	258	256	<b>99</b>	2	—	—	—	—	—	

Nr	Tag Dag	Mutterfisch Moderfisk		Ungeschwollener Rogen Osvälld rom				Geschwol- Svälld	
		Länge längd cm	Gewicht (geschätzt) vikt (skattad) kg	Totalvol. totalvol. ccm	Eizahl antal ägg		Eivol. äggvol. cmm	Volumenvermehrung volymökning	
					St.	St./l		mit Wass. med vatt. %	ohne Wass. utan vatt. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21		75	2,2	195	27 700	142 000	7,0	155	40
22		55	0,8	20	2 800	142 000	7,0	135	30
23		75	2,5	300	38 200	127 500	7,8	140	30
23 a		—	—	—	—	—	—	—	—
24	1. VI.	60	1,2	—	—	—	—	—	—
25		73	2,5	110	15 100	137 000	7,3	145	35
25 a		—	—	—	—	—	—	—	—
26		60	1,2	75	11 800	157 000	6,4	125	25
27		68	1,5	240	36 000	150 000	6,7	130	25
27 a		—	—	—	—	—	6,9	125	20
28		72	2,7	220	32 400	147 500	6,8	130	25
28 a		—	—	—	—	—	—	—	—
28 b		—	—	—	—	—	7,0	120	20
29		63	1,3	205	29 100	142 000	7,0	140	30
29 a		—	—	—	—	—	7,1	110	15
30		65	1,4	250	38 000	152 500	6,6	130	25
31		52	0,7	25	3 700	147 500	6,8	130	25
32	2. VI.	70	2,0	300	43 800	146 000	6,8	140	30
33		53	0,7	100	14 600	146 000	6,8	140	30
34		99	5,0	600	71 000	118 000	8,5	150	35
35		71	1,5	220	30 600	139 000	7,2	145	35
36		72	2,0	260	40 000	154 000	6,5	165	45
37		72	2,0	320	43 200	135 000	7,4	150	35
38	4. VI.	56	0,7	75	10 800	144 000	6,9	145	35
39		76	2,2	135	16 300	121 000	8,3	140	30
Mittel . .		—	—	—	—	135 000	7,4	130	26

<sup>1</sup> w, eg und ab wurden vor der Berechnung von b % abgezogen.

<sup>2</sup> Probe kleiner als 2 ccm.

<sup>3</sup> Erstickt.

<sup>4</sup> Im Fischkasten viele Tagen aufbewahrt und dort gereift.



Tabelle 6.

Befruchtung von Mälarseehechten. Methode B (s. S. 43). Drottningholm  
12.—13. V. 1944. Bezeichnungen s. S. 45. — *Befruchtungs-*  
*prov på mälargädda. Beteckningar se sid. 45.*

Nr	Eizahl <i>äggantal</i>	<i>b</i>		<i>ub</i>	<i>w</i>	<i>eg</i>	<i>ab</i>	Anmerk.
		St.	%					
1	218	212	97	1		2	3	
2	98	92	94	5	—	1	—	♀ ausgelaicht
3	222	190	>90	—	3	—	29 <sup>1</sup>	
4	163	141	87	21	1	—	—	♀ ausgelaicht
5	250 *	239	96	11	2b+2ub	—	—	
6	199	196	99	—		3	—	

<sup>1</sup> Eier mit „Salzfehler“, d. h. partielle Furchung usw. Möglicherweise ein eingewanderter Brackwasserhecht. — *Ägg med „saltfel“. Möjligen en uppvandrad saltsjögädda.*

hätten. Textfig. 7 stellt die erhaltenen Werte dar. Ziemlich sicher dürfte gesagt werden können, dass ein 2 kg Hecht etwa 40 000 St. Eier enthalten kann. SVÄRDSON (1945) hat mit anderer Methodik Werte aus Mälaren erhalten, die ein wenig höher liegen.

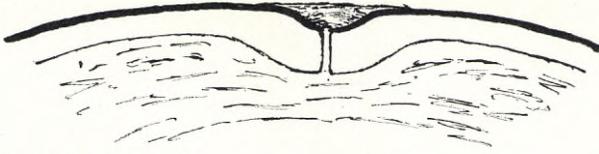
U. a. führt MAST (1919) einige Werte für die Eizahl beim Hecht an; seine Angabe, dass ein 2,1 kg Hecht 92 000 Eier hatte, muss sich jedoch auf einen Ausnahmefall beziehen.

### b. Das reife Ei im Ovarium.

Das Hechtei ist nach dem allgemeinen Plan eines Teleostieneies organisiert (Fig. 4, Tafel I). Die Eikapsel, nach HIS (1873) 16—17  $\mu$  dick und im Mikroskop deutlich radiärgestreift (daher *Zona radiata*) — in Salzlösungen kann bisweilen eine Spaltung der Eikapsel in 2 Schichten beobachtet werden — besitzt eine flache, etwa 30  $\mu$  weite Mulde, in deren Mitte der Mikropylekanal (Textfig. 8) die Eikapsel durchsetzt. Er soll (nach HIS) einen kleinsten Durchmesser von 3  $\mu$  besitzen. Eigene Messungen ergaben eine Länge des Kanals von etwa 25  $\mu$  (S. Fig. 40, Tafel III).

Die Eikapsel umhüllt den Dotter, dessen oberflächlich gelegene Plasmaschicht eine abgegrenzte Membran darstellt. Diese Membran habe ich in 40 % Formalinlösung teilweise vom Dotter abgelöst gesehen.

Die Hauptmasse des Dotters besteht aus Eiweiss. Die Globuline sind durch die ziemlich hohe Neutralsatzkonzentration in Lösung gehalten. Sinkt die Salzkonzentration — durch Schäden in der Dotterhülle — fallen die

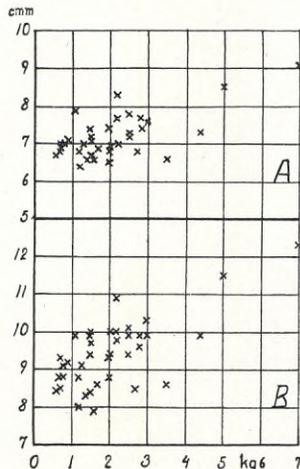


Textfig. 8. Mikropyle. Schema. Vergr. etwa 200 X.

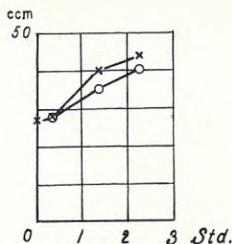
Globuline aus, das Ei wird weiss, und die Bedingungen für ein Fortleben des Plasmas sind weggefallen.

Bei einem reifen Ei, das noch nie der Berührung mit Wasser ausgesetzt worden ist, liegt die Eikapsel dem Dotter dicht an, und da die Hülle zu gross im Verhältnis zu diesem und der Dotter dazu sehr weich und zart ist, sieht das Ei etwa wie ein halbaufgeblasener Gummiballon aus (Fig. 1, Tafel I). Nur mit besonderer Mühe kann man in diesem Stadium die Mikropyle aufspüren.

Das Volumen des ungeschwollenen Eies schwankt in den untersuchten Fällen (Tabelle 5, Textfig. 9) zwischen etwa 6,5—9 cmm. Eine Proportionalität zur Körpergrösse des Mutterfisches ist zu erwarten und lässt sich auch erweisen. Eine Grössenvariation der Eier eines und desselben Mutterfisches, ebenso wie eine mit dem Alter des Fisches zunehmende Eigrösse dürfte vorhanden sein und ist durch die Ernährungsverhältnisse der Eier im Ovar zu erklären (MAYENNE 1940).



Textfig. 9. Volumen des ungeschwollenen (A) bzw. des geschwollenen (B) Hechteies im Verhältnis zum Gewicht des Mutterfisches. (Tabelle 5.) — *Volymen hos osväld (A) resp. sväld (B) gäddrom i förhållande till moderfiskens vikt.*



Textfig. 10. Einwirkung der Temperatur auf die Eischwellung. 25 ccm Rogen wurden mit Wasser in einen Massglas gegossen. Die Volumenvermehrung wurde registriert. O 3,5°, X 18°. (Die Schwellungszeit des einzelnen Eies wird hierdurch natürlich nicht ermittelt, da Wasser erst verspätet in die Rogenmasse hineindringen konnte.) — *Temperatures in verkan på romsvällningen. (Värdena angiva icke det enskilda romkornets svällningstid.)*

### c. Veränderung des reifen Eies auf Wasserzusatz.

#### 1. Süßwasser.

##### a. Volumenvermehrung.

Von den Veränderungen, die das ins Wasser gebrachte, reife Fischei erfährt, gehört die Schwellung zu den augenfälligsten. Sie führt beim Hecht eine Volumenvermehrung der Rogenmasse von 100—150 % herbei (s. Tabelle 5 und z. B. JOHANSSON 1939). Das einzelne Ei schwillt indessen nur um 25—40 % seines ursprünglichen Volumens oder von etwa 6,5—9 ccm bis 8—12,3 cmm (Tabelle 5, Textfig. 9). Der (berechnete — Tab. 5) Durchmesser des geschwellenen Eies beträgt etwa 2,6—2,9 mm. Die höheren Werte beziehen sich auf grössere Mutterfische, was mit der früheren Erfahrung im Einklang steht (s. z. B. SCHÄPERCLAUS 1940, S. 225; HEUSCHMANN 1940).

Die Eischwellung dauert rund 1 Stunde (so auch bei vielen anderen Fischen, z. B. Lachs — OLOFSSON 1933; *Oncorhynchus* — AOKI 1939), rascher bei höherer Temperatur (Textfig. 10).

Der Dotter macht die Schwellung nicht mit und somit wird zwischen Eikapsel und Dotter ein Zwischenraum geschaffen, der nach HIS (1873) durchschnittlich 0,1—0,2 mm beträgt. Der Dottersack bleibt also frei und beweglich innerhalb der vom Turgor hart ausgespannten Eikapsel liegen.

Der Mechanismus der Schwellung beim Fischei kann nicht als klargelegt betrachtet werden.

Die Dottermembran scheint zwar einige Stunden nach der Ablage der Eier ins Wasser eine gewisse Permeabilität zu besitzen, wird aber später praktisch impermeabel. Erst wenn der Dotter vom Zellgewebe überwachsen ist, tritt Permeabilität wieder auf (s. KROGH und USSING 1937, Forelle). Die Impermeabilität dürfte eine passive sein (GRAY 1932; SVETLOV, 1929, nimmt aktive Osmoregulation an).

Die Eikapsel ist, wenigstens bei geschwollenen Eiern, für Wasser und Salze völlig permeabel, für z. B. Eiweisstoffe dagegen nicht (GRAY 1920, 1932; SVETLOV 1929).

Dass die Schwellung durch Wasseraufnahme zustandegebracht wird, ist klar (MANERY und IRVING 1935). Diese Wasseraufnahme kann durch eine blosser Ausdehnung der im Wasser gequollenen und gehärteten Eikapsel nicht erklärt werden (AOKI 1939), es müssen osmotische Kräfte wirksam sein, und nach YAMAMOTO (1939 a) haben wir es mit einem kolloidosmotischen Druck von Eiweisstoffen zu tun. SVETLOV (1929) konnte derartige Stoffe in der Perivitellinflüssigkeit nachweisen, und bei *Oryzias* soll ihre Herkunft mit dem Verschwinden von „alveoli“ in der Dotterrinde im Zusammenhang stehen (YAMAMOTO 1939 a, b), wobei der Dotter um 7 % schrumpfen soll (YAMAMOTO 1940). Dass eine Volumenverminderung des Dotters doch nicht regelmässig eintritt, zeigen Messungen am Barsch (STROGANOFF 1938).

Der osmotische Druck der Kolloide des perivitellinen Raums kann nur unbedeutend sein, denn SVETLOV (1929) konnte bei variiertem Salzgehalt des Medium kryoskopisch keinen sicheren Unterschied zwischen dem Druck im Medium und in der Perivitellinflüssigkeit feststellen, allerdings bei Eiern, die die Schwellung durchgemacht hatten.

YAMAMOTO (1939 b) hat durch Belastung der Eier von *Oryzias* Wasser aus dem Ei herauspressen können, ohne das Ei zu schädigen.

### β. Eikapselveränderungen.

#### *Härtung der Eikapsel.*

Die Veränderungen der Eikapsel dürfen nicht mit der Schwellung des Eies verwechselt werden. Besonders J. RUNNSTRÖM (1920) hat gezeigt, wie die Eikapsel im Süsswasser eine Härtung erfährt, und durch die Untersuchungen von SCHÄPERCLAUS (1940) über die Druckfestigkeit der Fisch Eier wurde dies zahlenmässig ausgedrückt. Beim Hecht wurde maximale Druckfestigkeit im Durchschnitt erst nach 22 Stunden erreicht (SCHÄPERCLAUS 1940; s. Textfig. 36).

Es erscheint möglich, dass die Veränderungen der Eikapsel in Süsswasser von Bedeutung für den Schwellungsvorgang ist (vgl. S. 36—37).

#### *Klebrigkeit der Eier.*

Eine leicht zu beobachtende Folge der Benetzung der Eier ist die dabei auftretende Klebrigkeit, die bei einigen Fischen bedeutend kräftiger, bei anderen schwächer als beim Hecht ist. Die Eier verkleben zu einem festen Kuchen im Experimentgefäss oder haften an fremden Gegenständen. Die Klebrigkeit ist indessen eine vorübergehende Erscheinung; Tabelle 7 zeigt einige Beobachtungen am Hechtrogen. Es besteht deutlich eine Temperaturabhängigkeit. Nach etwa 3 Minuten im Wasser wird das erste Zeichen einer Klebrigkeit bemerkt; nach etwa 1 Stunde ist sie grössenteils abgeklungen, und die Eier lassen sich leicht voneinander lösen. In bescheidenem Masse kann die Klebrigkeit jedoch mehrere Tage bestehen.

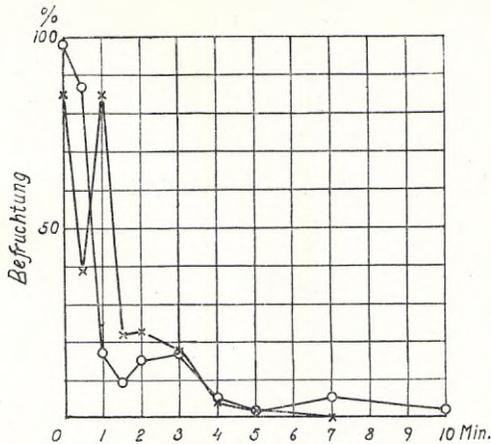
Tabelle 7.  
Klebrigkeit der Eier. — *Rommens klibbighet.*

Zeit nach Wasserzusatz Tid efter vattentillsats Min.	A 5° (♀ 21, 1941)	B 8° (♀ 31, 1942)	C 12° (♀ 21, 1941)	D 16°5 (♀ 31, 1942)
1	—	—	—	nicht klebrig
2	—	—	kaum klebrig	—
3	nicht klebrig	nicht klebrig	loser Kuchen	schwach klebrig
4	loser Kuchen	schwach klebrig	fester Kuchen	schwach klebrig
5	Kuchen fester	Kuchen	—	Kuchen beginnend
6	—	—	—	—
7	—	—	—	—
8	—	—	—	—
9	—	—	—	—
10	—	—	—	—
20	—	—	—	zäher Kuchen
30	—	zäher Kuchen	—	nicht so zäh
40	—	noch haftend	—	nur schwach haft
50	—	—	—	—
60	noch klebrig	kaum haftend	nicht haftend	kaum haftend

*Schliessen des Mikropylekanals.*

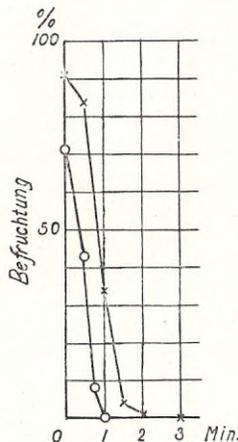
Eine Veränderung der Eikapsel, die ich vergebens zu beobachten versuchte, deren Folge aber für die Befruchtung entscheidende Bedeutung hat, ist das Schliessen der Mikropyle.

Dieses Schliessen des einzigen Eingangstores der Spermien ist *nicht* als eine rein mechanische Folge (Ventilklappe o. dgl.) der Eischwellung zu betrachten, eine Auffassung, die nicht selten vorkommt. Umgekehrt muss hervorgehoben werden, dass ein Schliessen der offenen Verbindung zwischen dem perivitellinen Raum und der Aussenwelt, die der Mikropylekanal darstellen durfte, eine Vorbedingung für eine osmotische und vollständige Schwellung ist. Unmöglich ist es natürlich auch, die Mikropyle als eine Einstromungsöffnung für Wasser zu betrachten, das Spermien und Fremdpartikeln passiv ins Eiinnere mitführen könnte. Wie unten näher ausgeführt werden soll, schliesst sich der Kanal sehr rasch, schon nach  $\frac{1}{2}$  bis 1, höchstens 2 Minuten, nachdem das Ei mit Wasser in Berührung gekommen ist. Gleichgültig ist es indessen nicht, wo das Wasser die Eikapsel berührt. Man



Textfig. 11. Befruchtungszeit des Hechtes im Wasser. Versuch ohne Umrührung (s. S. 31).  $\times$  8,5°,  $\circ$  17°. Befruchtung sogar nach 10 Min. erzielt. — Gäddäggets befruktningstid i vatten vid försök utan omröring.

kann z. B. in einer flachen Schale eine einfache Eischicht ausbreiten und unter Wasser tauchen. Wenn jetzt ohne vorangegangene Umrührung erst nach 5 Minuten befruchtet und umgerührt wird, fällt das Ergebnis immer positiv aus; in einem Falle 13 % befruchtete Eier (40 von 303 St.). Werden die Eier dagegen durch Umrühren am Ankleben aneinander oder an der Glaswand gehindert, wird nach 5 Minuten keine Befruchtung erzielt. Ich schliesse daraus (s. auch Textfig. 11 und vgl. Textfig. 12 Tabelle 8), dass



Textfig. 12. Befruchtungszeit des Hechteies im Wasser. Versuch unter Umrührung (s. S. 31).  $\times$  10°,  $\circ$  24°. (Tabelle 8.) — Gäddäggets befruktningstid i vatten vid försök med omröring.

Tabelle 8.

Befruchtungszeit der Eier. Umrühren vom Zeitpunkt des Wasserzusatzes bis zum Zeitpunkt der Befruchtung. Hecht ♀ 41. Drottningholm 4. V. 1942.

— *Rommens befruktningstid. Försök med omrörning av äggen från vattentillsatsen till befruktningen.*

Min. nach Wasserzusatz zu den Eiern <i>Min. efter vattentillsats till rommen</i>	10° ± 1°		24° ± 1°	
	Zahl der Eier <i>Antal ägg</i>	Befruchtung, % <i>Befruktning, %</i>	Zahl der Eier <i>Antal ägg</i>	Befruchtung, % <i>Befruktning, %</i>
0	280	91	192	71
1/2	229	84	210	43
3/4	—	—	298	8
1	258	34	etwa 200	0
1 1/4	—	—	» 250	0
1 1/2	224	4	» 200	0
2	etwa 250	1	» 200	0
3	» 250	0	» 200	0
4	» 200	0		
5	» 200	0		

eben die Mikropylegend unmittelbar befeuchtet werden muss, um das Schliessen auszulösen. Vermutlich handelt es sich um eine Quellung der Mikropylewandungen und möglicherweise stellt diese Quellung ein einleitendes Stadium des oben gestreiften Härtungsprozesses dar.

Tabelle 9.

Einwirkung geringer Benetzung auf die Befruchtungsfähigkeit (das Schliessen der Mikropyle) der Eier. Sollerön 1. VI. 1942. — *Inverkan av fuktighet på rommens befruktningsegenskap.*

	Befruchtung, %
Gewöhnliche „trockene“ Kontrollbefruchtung im Präparatrohr. — <i>Vanlig torrbe-fruktning i preparatrör</i> .....	96
Dasselbe nach einigen Min. Verweilen der Eier in einer trockenen Porzellanschale. — <i>D:o sedan rommen några min. förvarats i torr porslinskål</i> .....	96
Dasselbe nach einigen Min. Verweilen der Eier in einer feuchten Schale. — <i>D:o sedan rommen några min. förvarats i fuktig skål</i> .....	80
Dasselbe nach einiger Min. Verweilen und Umrühren der Eier in einer feuchten Schale. — <i>D:o sedan rommen några min. under omrörning förvarats i fuktig skål</i> .....	0

Wie empfindlich die Mikropyle gegen Feuchtigkeit reagiert, geht aus dem Versuch der Tabelle 9 hervor. Schon die Feuchtigkeit, die in einer benetzten und nicht getrockneten, emallierten Schale zurückbleibt, genügt, um das Befruchtungsergebnis zu verschlechtern oder sogar Befruchtung zu verhindern.

### *Die Befruchtungszeit*

drückt die Zeit aus, wo die Mikropyle nach Benetzung noch offen steht und den Spermien Zutritt gestattet. Sie scheint beim Hecht bisher nicht näher studiert zu sein; sie soll jedoch „in Minuten, nicht Sekunden“ ausgedrückt werden können (SEGERSTRÅLE 1941 a). Beim Lachs beträgt die Befruchtungszeit der Eier einige Minuten (LINDROTH 1942 b), bei der kleinen Maräne etwa 1 Min. (LINDROTH, unveröff.)<sup>1</sup>

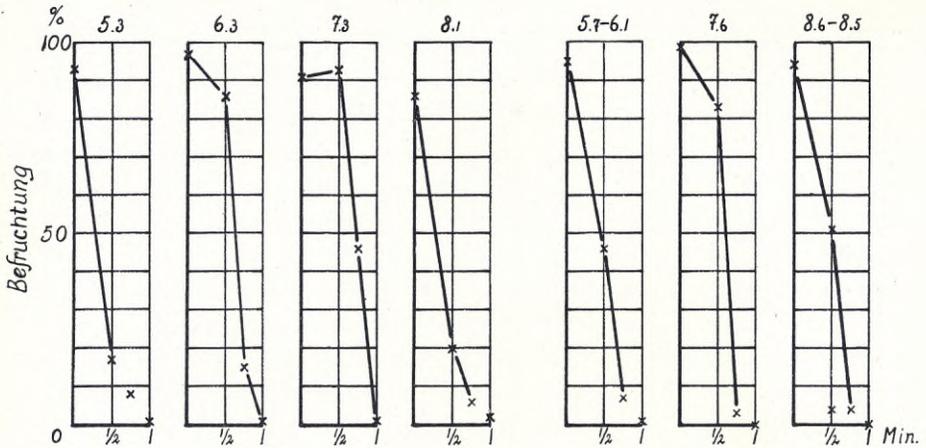
Bei meinen Versuchen, Rogen zu befruchten, der bestimmte Zeit im Wasser verweilt hatte, waren die Ergebnisse anfangs nicht befriedigend (Textfig. 11; vgl. LINDROTH 1942 b betr. Lachs). Ich erhielt unregelmässige Befruchtungszahlen sogar nach 10 Minuten. Allmählich lernte ich die Ursache kennen; weil unaufhörliches Umrühren nicht geschah, wurden bei einigen Eiern die Mikropylekanäle der Wasserbenetzung entzogen. Jedes einzelne Ei wurde also nicht zu gleicher Zeit der Einwirkung des Wassers ausgesetzt. Wenn die Versuche dagegen unter stetigem Umrühren ausgeführt wurden, fielen die Ergebnisse gut aus (Tabelle 8 und Textfig. 12), und ich fand, dass Hechtrogen bei 10° schon nach 1 Minute in Wasser sein Befruchtungsvermögen zu 50 % eingebüsst hat, bei 20° nach 3/4 Minute und bei 25 ° sogar nach weniger als 1/2 Minute.

Die Wasserstoffionenkonzentration scheint den Mikropyleverschluss zu beeinflussen. Nach einigen Versuchen (Textfig. 13) wird die Mikropyle bei etwa pH 7 am längsten offen gehalten. Unter 6 und über 8 verkürzt sich die Befruchtungszeit.

### *γ. Plasmakonzentration.*

Von einer sichtbaren Polarität des Dotters eines ungeschwollenen Hechteies kann nur insofern die Rede sein, als die Öltropfen der Dotteroberfläche

<sup>1</sup> Nach GERRISCH (1940) wird in einigen englischen Brutanstalten für die Forelle nasse Befruchtung benutzt, wobei nach ihm „certain observers have been rather horrified to see eggs left standing in water for an hour or so before being milted — —“. Diese Bestürzung muss ich teilen; angeblich fallen jedoch die Ergebnisse sehr gut aus. Wo sich der Fehler versteckt ist mir rätselhaft; eigentümlich ist doch, dass die besonders hohe Empfindlichkeit eben der nassbefruchteten Eiern auch unbefruchteten Eiern eigen ist (s. LINDROTH 1942 b — Lachs). Ein Forellenei, das mehr als 5 Min. von Wasser ganz umgeben ist, kann meiner Meinung nach nicht befruchtet werden (vgl. LINDROTH 1942 b betr. Lachs).



Textfig. 13. Befruchtungszeit bei verschiedener pH mittels HCl bzw. NaOH zustandegebracht. Etwa 20°. Drottningholm 1945. — Gäddäggets befruktningstid vid olika pH.

in der einen Hemisphäre Zahlreicher vorkommen als in der anderen. Wenn aber die beginnende Eischwellung einen Zwischenraum zwischen Eikapsel und Dotter schafft, setzt eine Wanderung von Keimplasma gegen den Pol der obengenannten Hemisphäre ein. Kausal sind diese beiden Erscheinungen von einander nicht abhängig; einmal habe ich bei Befruchtung von Eiern in Hühnereiweisslösung (1:3) ein ungeschwollenes Hechtei im Kuppelstadium beobachtet. Bei 10° resultiert die Plasmakonzentration in etwa 1 Stunde in einem Stadium, das Fig. 2, Tafel I, veranschaulicht, und nach etwa 3 Stunden bekommen wir das „Einzellstadium“ (Fig. 4, Tafel I).

HIS (1873) diskutiert die gegenseitige Lage von Mikropyle und Keim beim Lachs und findet „dass die Mikropyle etwas excentrisch über dem Keime liegt“ (S. 4). Auch beim Hecht trifft man im Einzellstadium die Mikropyle immer genau über dem Keim, und dies unabhängig davon, ob das Ei befruchtet ist oder nicht. Bei *Oryzias* nimmt auch die Mikropyle eine animale Lage ein (YAMAMOTO 1939 a).

J. RUNNSTRÖM hat HIS' Angaben für Lachsfische bestätigt (1920) und zudem beobachtet, dass die Anhäufung des Keimplasmas nicht konzentrisch vor sich geht. „In einer Richtung ist das Ei in dem animalen Teile mehr abgeplattet“, was die Schwanzwurzel des künftigen Embryos andeuten soll.

Gleichzeitig mit der Plasmakonzentration verläuft gegen denselben Pol

und unter der Keimplasmaschicht eine Anhäufung der Öltropfen (Fig. 1—4, Tafel I). Bei *Oryzias* sammeln sich nach YAMAMOTO (1939 a) die Öltropfen am vegetativen Pol.

#### δ. Die sog. Rotation.

Viele Autoren haben sich mit der unter dem Namen Rotation bekannten Erscheinung beschäftigt, welche gerade beim Hechtei ein Studium besonders gut bestattet (RUSCONI 1840<sup>1</sup>, AUBERT 1853, REICHERT 1856, 1857, RANSOM 1867, HIS 1873, u. a.).

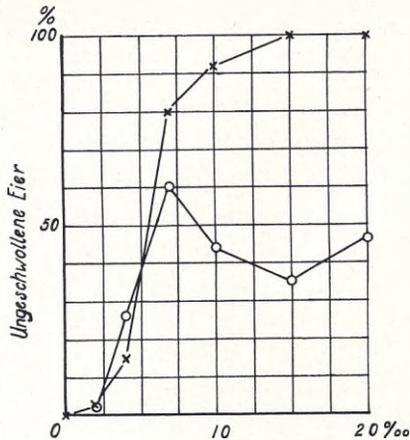
Die Rotation bedeutet nur, dass der Dotter innerhalb der Eikapsel nicht unbeweglich daliegt, sondern dass er stetige Lageveränderungen aufweist. Schon REICHERT (1856 b) beobachtete dabei, dass der Keim „im allgemeinen stets die oberste Stelle der Dotterkuppe“ einnahm. Er deutete das Hin- und Herrollen des Keimes als die Folge von Schwerpunktsveränderungen in der Dotterkugel, und nach einem ersten Fehlschluss (1856 b) machte er kontraktile Eigenschaften des Dotters hierfür verantwortlich (1857). Es ist nicht schwierig, am lebenden Hechtei die fortschreitenden Formveränderungen des Dotters zu sehen und zwar sowohl an befruchteten als auch — wenn gleich schwächer — an unbefruchteten Eiern (s. z. B. Fig. 4—14, Tafel I).

AUBERT gibt an, dass die Rotation nach 2—3 Stunden beginnen soll, und dies ist richtig. (Beim Goldfisch soll sie nach YAMAMOTO, 1936, im 4-Zellstadium, also später als beim Hecht beginnen.) Vermutlich werden die Kontraktionen des Dotters erst als eine Rotation bemerkbar, wenn es Platz dafür gibt, d. h. wenn durch die Eischwellung ein Raum zwischen Eikapsel und Dotter geschaffen ist. Schon ehe die Plasmakonzentration vollendet ist, kann man nämlich eine etwas exzentrische Lage der Mikropyle im Verhältnis zum Keim beobachten. In späteren Stadien ist die Mikropyle irgendwo anzutreffen, denn wie die Eikapsel auch fixiert wird, der Keim richtet sich immer nach aufwärts. Der Schwerpunkt muss folglich trotz seiner Verschiebungen immer dem stumpferen vegetativen Pole näher liegen. Auch dürfte die animale Lage der Öltropfen zu diesem Verhalten beitragen. (Das Gesagte gilt auch für Lachs — z. B. HIS 1873, Coregonen — KUHL 1939, und wahrscheinlich für die Mehrzahl der Fische.)

---

Es ist zu bemerken, dass alle oben erwähnten Erscheinungen für jedes reife Hechtei gelten, sei es befruchtet oder nicht. Die späteren Vorgänge, nach der Befruchtung, gehören zu einem anderen Abschnitt der Darstellung.

<sup>1</sup> KASANSKYS (1928) Behauptung „des ersten Falles einer Beweglichkeit der Fischembryonen — — —“ ist somit beinahe 90 Jahre verspätet.



Textfig. 14. Einwirkung des Salzgehaltes auf die Eischwellung. × Eier dauernd im Versuchswasser, o Eier nach einer Std. ins Süßwasser überführt. (Tabelle 10.) — *Salthaltens inverkan på romsvällningen.* × ägg som förblivit i försöksvattnet, o ägg som efter en timme överförts till sötvatten.

## 2. Meerwasser, Brackwasser und Ringerlösungen.<sup>1</sup>

Salziges Wasser wirkt in verschiedener Weise störend ein auf den normalen Verlauf derjenigen Prozesse, die sich beim Berühren des Eies mit Wasser abspielen.

Die Schwellung wird durch den Salzgehalt gehemmt. Textfig. 14 stellt einen Fall dar (Tabelle 10). In einem anderen Versuche genügte schon 7 ‰, um eine Schwellung ganz zu verhindern (1945). Schon hier muss indessen hervorgehoben werden, dass alle Rückwirkungen des Eies auf den Salzgehalt besonders kräftigen individuellen Schwankungen zu unterliegen scheinen, weshalb meine Warnung vor einem Verallgemeinern einzelner Versuchsergebnisse hier zu unterstreichen ist.

Die Schwellung unterbleibt meistens nicht ganz und gar; auch bei einem Salzgehalt von 30 ‰ ist meistens ein Zwischenraum zwischen Eikapsel und Dotter an irgend einem Ende des Eies zu spüren. Gewöhnlich bemerkt man am entgegengesetzten Ende eine Einbuchtung in der Eikapsel und daselbst die Mikropyle, dem Dotterplasma dicht angeschmiegt.

Werden die Eier nach bestimmter Zeit ins Süßwasser überführt, geschieht oft eine nachträgliche Schwellung, jedoch nicht immer. Eine klare Tendenz zu spüren habe ich nicht vermocht. Textfig. 14 stellt einen Fall dar (Tabelle 10; s. auch Tabelle 18).

<sup>1</sup> Herrn Prof. Dr. J. RUNNSTRÖM verdanke ich die Anregung zur Untersuchung der Einwirkung von Ringerlösungen. Vgl. RUNNSTRÖM 1920.

Tabelle 10.

Befruchtung in Brackwasser mit bzw. ohne Überführung in Süßwasser. Süßwasserhecht ♀ 203 (mit schlechtem Rogen). 18°—20°. Drottningholm 5. IV. 1943. — *Befruktning i brackvatten med eller utan överföring till sötvatten.*

Nr	Salzgehalt in ‰				Befruchtung, % von geschwollenen Eiern <i>Befruktning, % av svällda ägg</i>	Ungeschwollene Eier, % von sämtlichen <i>Osvällda ägg, % av samtliga</i>
	bei der Befrucht. vid befr.	nach einstündigen Überführungsstufen <i>efter entimmes överföringsintervall</i>				
1	0	—	—	—	66	0
2	2	—	—	—	44	3
3	2	0	—	—	42	2
4	4	—	—	—	68	15
5	4	0	—	—	67	26
6	7	—	—	—	69	80
7	7	0	—	—	71	60
8	10	—	—	—	20 (1 von 5 St.)	92
9	10	0	0	—		60
10	10	4	0	—	59	57
11	15	—	—	—	—	100
12	15	0	—	—	81	35
13	15	10	7	4	66	65
14	20	—	—	—	—	100
15	20	0	—	—	14	46
16	20	15	10	4	20	20

Nach YAMAMOTO (1939 a) schwellen Eier von *Oryzias* in Ringerlösung, wenn sie darin befruchtet werden. Bei Hechteiern ist die Befruchtung auf die Schwellung in Brackwasser ohne Einfluss. MANERY und IRVING heben auch hervor, dass Wasseraufnahme und Befruchtung von einander unabhängig sind (1935; Forelle).

AOKI (1939) hat die Wasseraufnahme bei *Oncorhynchus* eingehend untersucht, auch bei variiertem Salzgehalt. Die Gewichtszunahme der Eier sank mit steigender Konzentration stark ab. Auch konnte er verschiedene Wirkung der Kationen feststellen (1940).

Die Wasseraufnahme des Eies eines Salamanders (*Hynobius*) ist auch von AOKI (1941) untersucht worden und scheint etwa wie bei Fischen vor sich zu gehen. Im Kapselraum ist ein osmotisch aktives Kolloid (Protein) vorhanden, das Wasser auf rein osmotischem Wege absorbiert. Gesteigerte Salzkonzentration im Medium hemmt die Wasseraufnahme und AOKI konnte direkt zeigen, wie der kolloidosmotische Druck der Perivitellinlösung mit Zunahme der Salzkonzentration der Flüssigkeit sinkt. Suckerlösung verändert diesen Druck nicht; auch schwellen hierin die Eier von sowohl *Hynobius* wie *Oncorhynchus* (AOKI 1939), was ich für *Salmo salar* bestätigen kann (s. Tabelle 11).

Sowohl an *Oncorhynchus* wie *Hynobius* hat AOKI bemerkt, dass einmal geschwollene Eier, in Salzlösung gebracht, nicht wieder soweit schrumpfen, wie es der Fall gewesen wäre, wenn sie unmittelbar in die betreffende Salzkonzentration getaucht wären. Dies steht mit

Tabelle 11.

Schwellungsversuche mit Lachseiern. Rogner gestreift XI. 1944. Wiegen am folgenden Tag. — *Svällningsförsök med laxägg.*

	g/Ei	Gewicht- zunahme %
A. Trockene Eier .....	0,150	
B. Sogleich in Süßwasser		
Befruchtet, lebend .....	0,181	21
Unbefruchtet, lebend .....	0,174	16
Unbefruchtet, tot (weiss) .....	0,172	15
C. Versuche in Ringerlösung		
Nach 1 Tag in der Ringerlösung. Aussehen wie A .....	0,155	3
Nach 2½ Std. in der Ringerlösung. Ungeschädigte Eier .....	0,156	4
Nach 2½ Std. in der Lösung. Dotter eingesunken .....	0,178	19
1 Min. im Süßwasser, danach 2½ Std. in Ringer .....	0,156	4
10 Min. im Süßwasser, danach 2½ Std. in Ringer .....	0,174	16
10 Min. Mikropyle befeuchtet, danach 2½ Std. in Ringer ....	0,157	5
D. Versuche in verdünntem Meerwasser, 10 ‰		
Nach 1 Tag in 10 ‰. Aussehen wie A .....	0,152	1
Nach 3 Std. in 10 ‰ .....	0,160	7
1 Min. im Süßwasser, danach 3 Std. in 10 ‰ .....	0,160	7
10 Min. im Süßwasser, danach 3 Std. in 10 ‰ .....	0,170	13
E. Versuche im Meerwasser, 30 ‰		
Nach 1 Tag in 30 ‰. Dotter eingesunken .....	0,186	27
2 Min. im Süßwasser, danach 1 Tag in 30 ‰. Dotter ein- gesunken .....	0,182	21
10 Min. im Süßwasser, danach 1 Tag in 30 ‰. Dotter ein- gesunken (etwa 10 % der so behandelten Eier) .....	0,181	21
10 Min. im Süßwasser, danach 1 Tag in 30 ‰. Eier normal und geschwollen (etwa 90 % der so behandelten Eier) .....	0,169	13
F. Gesättigte Rohrzuckerlösung		
Nach 1 Tag. Eier geschwollen, flottierend mit Dotter im Ei flottierend .....	0,167	12

Experimenten im Einklang, die ich durchgeführt habe (Tabelle 11). Es geht daraus hervor, dass Lachseier, die in Ringerlösung normal nicht schwellen, eine Schwellung durchmachen, wenn sie zuvor 10 Minuten in Süßwasser geliegen haben, wo die Schwellung doch nur beginnt (in Süßwasser dauert sie rund 1 Std.).

Beim Hecht wurden die folgenden Werte erhalten:

Schwellung: % geschwollene Eier in Süßwasser .....	100
in 10 ‰ Brackwasser .....	1
2 Min. in Süßwasser, danach in 10 ‰ .....	19
5 » » » » » » » .....	51
10 » » » » » » » .....	81

Ein Schliessen des Mikropylekanals kann nach den Versuchen am Lachsei für diese Erscheinung nicht verantwortlich sein; es erscheint mir nicht unmöglich, dass der Einfluss des Süsswassers auf die Eikapsel und ihre Permeabilität das wesentliche ist. Vielleicht wird die volle Durchlässigkeit für Salze erst nach der Quellung und Härtung der Eikapsel erreicht? Bisher vorhandene Versuchsergebnisse gestatten eine Lösung dieser Frage nicht.

Eier deren Dottermembran zerstört ist, schwellen in salzigem Wasser (Tabelle 11 — Lachs; so auch beim Hecht).

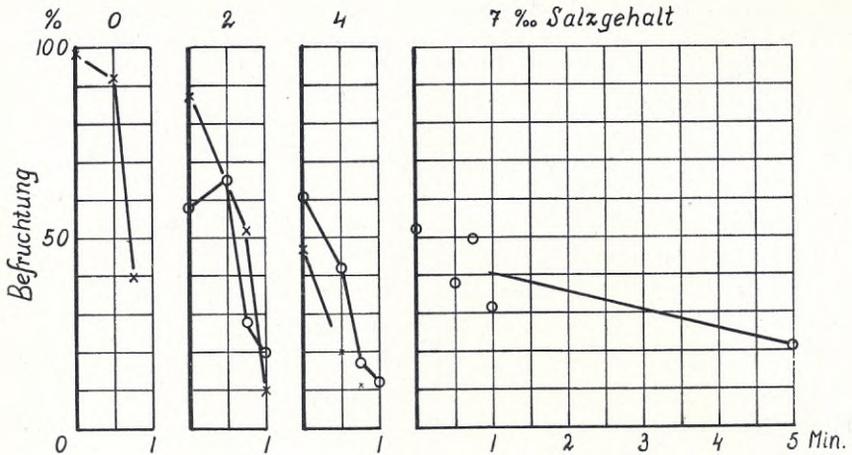
*Die Eikapselveränderungen.* Die Härtung scheint mit steigendem Salzgehalt abzunehmen oder sich zu verlangsamen, ebenso das Klebrigwerden der Eier und im grossen ganzen das Schliessen der Mikropyle. Die Befruchtungszeit muss also in gleicher Weise beeinflusst werden; dies bestätigen auch Versuche (Textfig. 15 und 16).

Die Einwirkung des Salzgehaltes auf Plasmakonzentration und Rotation wurde nicht näher untersucht.

Einige Versuche lassen andeuten, dass sogar schwache Salzkonzentrationen auf die Eier schädigend einwirken können, zumal vor der Befruchtung, und wenn die Eier im Ovar nur über den Mutterfisch beeinflusst werden können (s. ferner S. 80).

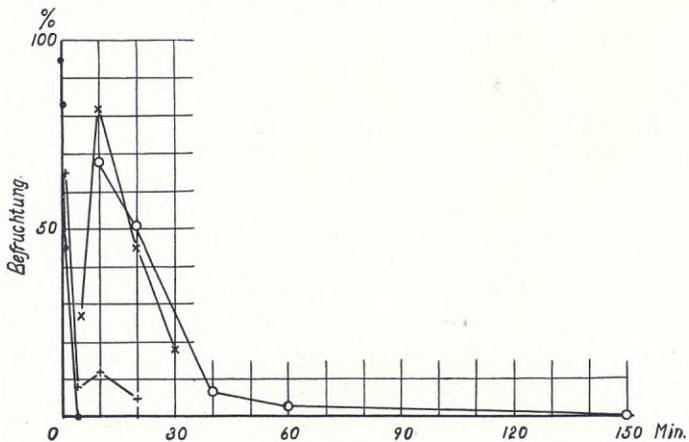
Ringerlösung (Kaninchenringer) scheint in genannten Beziehungen der Wirkung eines Wassers von etwa 10 ‰ Salzgehalt zu entsprechen. Wenn die Versuche auch nicht ganz eindeutig sind, dürfte dementsprechend Meerwasser von 30 ‰ sowohl Schwellung als auch Eikapselhärtung und das Schliessen der Mikropyle kräftiger als Ringerlösung verhindern bzw. verzögern. So wurde in einem Falle 73 % Befruchtung erhalten bei Befruchtung im Süsswasser nach 2-stündigem Aufenthalt der Eier in 30 ‰, während die entsprechende Zahl für Ringerlösung 26 % betrug (dieselbe ♀). „Trockener“ Rogen ergab 2 Stunden nach der Streifung hier 96 % Befruchtung und sogar noch nach 20 Stunden 54 %, als Eier in Meerwasser und Ringer sich schon nicht mehr befruchten liessen und nur zu 10 bzw. 40 % schwellen.

J. RUNNSTRÖM hat über die Einwirkung von Ringerlösung auf die Befruchtung von Saiblingeiern Versuche ausführen lassen (J. RUNNSTRÖM, 1920, s. auch YAMAMOTO 1939, 1940) und findet, dass die Verdichtung der Eikapsel verhindert wird und Befruchtung sogar noch nach drei Tagen stattfindet. So lange lassen sich die Eier vermutlich nicht „trocken“ aufbewahren ohne Beeinträchtigung des Befruchtungsergebnisses. Wäre es so, dass eine Aufbewahrung in Ringer längere Aufbewahrungszeiten als die natürliche Eiflüssigkeit gestattete, ist dies vielleicht darauf zurückzuführen, dass eine Autolyse, beim trockenen Rogen leichter eintritt als bei den in der sauerstoffhaltigen Ringerlösung flottierenden Eiern. Für den Hecht gilt ein solches Verhältnis nach meinen Versuchen zu urteilen (Temperatur



Textfig. 15. Befruchtungszeit des Hechtes in Brackwasser. Nach Aufenthalt der Eiportionen während der angegebenen Zeit im Wasser von der angegebenen Salzkonzentration geschah die Befruchtung und Eientwicklung in demselben Wasser (×) oder in Süßwasser (o). Bei 0 Minuten wurde jedoch immer im angegebenen Wasser befruchtet. Etwa 20°. Drottningholm 1945. — Gäddäggets befruktningstid i bräckt vatten.

jedoch höher) indessen nicht, wenn es auch innerhalb des Bereichs der Möglichkeit liegen muss, eine Flüssigkeit zu bereiten, die sowohl die Eikapselferänderungen — auch beim Hecht — wie auch eine Autolyse verhindert. Dies wäre von grossem praktischen Wert bei der Fischzucht. (Die Aufbewahrung trockenen Rogens wird unten behandelt.)



Textfig. 16. Befruchtungszeit des Hechteies in salzigem Wasser. ● Süßwasser (10°), + 4 ‰ (18°), × 10 ‰ (18°), o 30 ‰ (18°). Süßwasserhecht ♀ 202. Drottningholm 1943. — Gäddäggets befruktningstid i saltvatten.

Abschliessend kann hier bemerkt werden, dass schon wenige ‰ Salz im Wasser genügte, um den Globulinausfall bei Dottermembranschaden zu verhindern.

#### d. Das unreife Ei im Wasser.

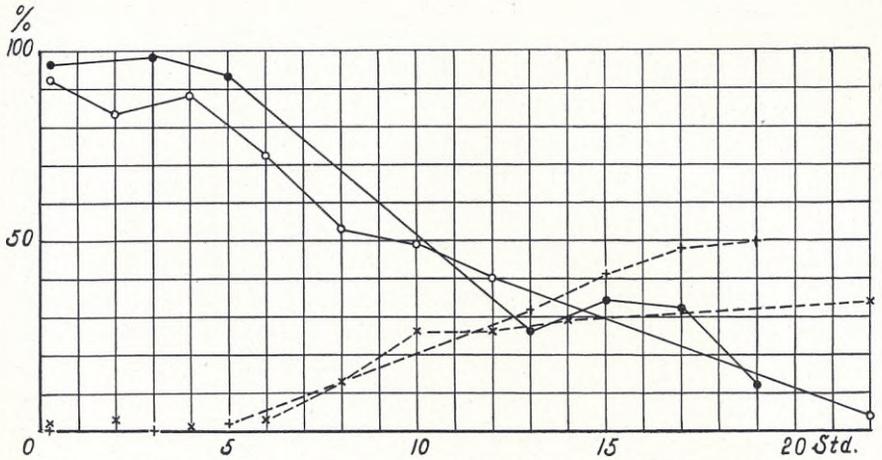
Ovarialeier, die sich durch leichtes Streifen aus dem Mutterfisch nicht hinausdrücken lassen, weisen, ins Wasser gebracht, alle Übergänge auf zwischen ausgebliebener bzw. vollständiger Schwellung und Plasmakonzentration. Ich möchte glauben, dass Eier, die äusserlich alle Anzeichen dafür besitzen, dass sie eine normale Schwellung und Plasmakonzentration durchgemacht haben, sich aber nicht befruchten lassen, oft nur nicht vollreif sind. Die gewöhnliche Ursache ausgebliebener Befruchtung bei normaler Schwellung und Plasmakonzentration, nämlich ein Schliessen der Mikropyle oder Mangel an Spermien ist im betreffenden Versuch auszuschliessen. Meine Auffassung stütze ich auf den Ausfall einiger Befruchtungsproben (Tabelle 5 Nr. 5, 12 und 29 a), wo unreife Hechtweibchen besonders viele unbefruchtete Eier lieferten.

#### e. Haltbarkeit des Rogens.

Ebenso wie die Milch kann auch der Rogen der Fische für längere oder kürzere Zeit „trocken“ aufbewahrt werden, ohne die Befruchtungsfähigkeit einzubüssen. Wohlbekannt sind die Versuche von BROFELDT (1914), dem es gelang, 24 Stunden alte Eier von der Regenbogenforelle gut zu befruchten. Andere Versuche an Lachsartigen sollen hier nicht erwähnt werden (s. schon v. D. BORNE 1895).

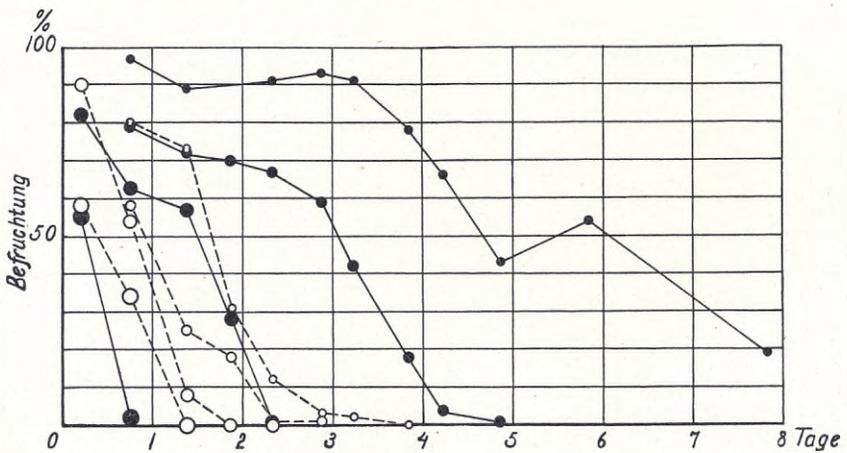
Auch dem Hecht hat man in Finland besonderes Interesse in dieser Beziehung gevidmet. SEGERSTRÅLE behauptet nach ausgeführten Versuchen, dass Hechtrogen noch nach 2 Tagen einen grossen Teil seines Befruchtungsvermögens besitzt (1932, S. 227). SUNDBERG (1932) gibt einige Tage an.

Meine eigene diesbezüglichen Untersuchungen lassen so gute Hoffnungen betreffs der Möglichkeit, Hechtrogen für spätere Befruchtung trocken aufzubewahren, nicht zu. Aus Rogenabstrichen, in Glastöpfen aufbewahrt, wurden von Zeit zu Zeit Kleinportionen entnommen und befruchtet. Das Ergebnis wird dargestellt teils als Prozentsatz befruchteter Eier, teils als Prozentsatz nicht ganz geschwollener Eier, in beiden Fällen auf alle am Befruchtungsversuch teilnehmenden Eier bezogen. Übrig bleiben geschwollene Eier, die sich nicht furchen.



Textfig. 17. Haltbarkeit der Hechteier. Prozentsatz befruchteter ( $\circ$  ♀ A,  $\bullet$  ♀ B) bzw. ungeschwollener ( $\times$  ♀ A,  $+$  ♀ B) Eier nach „trockener“ Aufbewahrung bei etwa  $10^{\circ}$ . Sollerön 1942. — Gäddrommens hållbarhet vid förvaring torr vid cirka  $10^{\circ}$ .

Textfig. 17 veranschaulicht zwei Versuche bei etwa  $10^{\circ}$ . Zwar wird hier Befruchtung auch nach 20 Stunden erzielt, sie ist aber prozentweise besonders schlecht; schon nach wenigen Stunden erkennt man eine erhebliche Herabsetzung des Befruchtungsprozents.



Textfig. 18. Haltbarkeit der Hechteier bei verschiedener Temperatur. (Tabelle 12.)  
Gäddrommens hållbarhet vid olika temperatur.

	$3,5^{\circ}$	$8^{\circ}$	$13^{\circ}$	$19^{\circ}$
Hecht ♀ 21	$\circ$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
Hecht ♀ 22	$\bullet$	$\bullet$	$\bullet$	$\bullet$

Tabelle 12.

Haltbarkeit der Eier. Prozentsatz befruchteter (I) bzw. ungeschwollener (II) Eier bei Befruchtung nach Aufbewahrung bei verschiedener Temperatur. Drottningholm 12.—20. V. 1941. — *Rommens hållbarhet.*

*Procent befruktade (I) respektive osvållda (II) ägg vid befruktning efter förvaring vid olika temperatur.*

Zeit	Hecht ♀ 21, gestreift 12. V. 14 <sup>35</sup>								Hecht ♀ 22, gestreift 12. V. 14 <sup>40</sup>								
	3,5°		8°		13°		19°		3,5°		8°		13°		19°		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
12. V. 19 <sup>50</sup> . . . . .	—	—	—	—	90	—	58	—	—	—	—	—	—	82	—	55	—
13. V. 9 <sup>00</sup> . . . . .	80	3	58	19	54	24	34	34	97	1	79	12	63	28	2	74	
23 <sup>20</sup> . . . . .	73	1	25	7	8	36	0	74	89	6	72	17	57	29	0	67	
14. V. 11 <sup>15</sup> . . . . .	31	31	18	14	0	43	—	—	—	—	70	29	28	36	—	—	
22 <sup>30</sup> . . . . .	12	4	1	10	10	75	—	—	91	7	67	28	1	42	—	—	
15. V. 11 <sup>20</sup> . . . . .	3	46	1	21	—	—	—	—	93	1	59	35	—	—	—	—	
22 <sup>10</sup> . . . . .	2	11	—	—	—	—	—	—	91	7	42	44	—	—	—	—	
16. V. 10 <sup>10</sup> . . . . .	0	16	—	—	—	—	—	—	78	8	18	47	—	—	—	—	
22 <sup>10</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	66	21	4	61	—	—	—	—	
17. V. 11 <sup>15</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	43	25	1	49	—	—	—	—	
18. V. 10 <sup>10</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	54	25	—	—	—	—	—	—	
20. V. 10 <sup>15</sup> . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	19	17	—	—	—	—	—	—	

Textfig. 18 (Tabelle 12) zeigt zwei Versuche bei variiertem Temperatur. Die Versuche sind wesentlich verschieden ausgefallen, woraus zu schliessen ist, dass Rogen von verschiedenen Mutterfischen oder in verschiedenem Reifezustand sich verschieden verhält. Die grosse Bedeutung der Temperatur für die Aufbewahrungszeit geht jedoch mit aller Klarheit hervor. Bei der niedrigsten Versuchstemperatur, 3,5°, war die Befruchtung in einem Falle schon nach 20 Stunden bis auf 80 % herabgesunken. Im anderen Versuch wurde dieser Prozentsatz erst nach 3½ Tagen erhalten. Die Ergebnisse dieser orientierenden Versuche sind indessen nicht zu verallgemeinern; aus fischzüchterischen Gesichtspunkt ist nur festzustellen, dass eine wirklich befriedigende Befruchtung nur während der ersten Stunden nach dem Streifen sicher ist.

Eier, die zu lange trocken aufbewahrt sind, werden also geschädigt in der Weise, dass bei Wasserzusatz Schwellung und Plasmakonzentration entweder ganz ausbleiben oder nur unvollständig geschehen, oder aber so, dass trotz guter Schwellung und Plasmakonzentration nach der Befruchtung keine Weiterentwicklung stattfindet. Ich möchte annehmen, dass zwei ver-

schiedene Erscheinungen hier bestehen: erstens ein Umstand, der die Schwellung beeinträchtigt (vgl. Befruchtungsversuche bei erhöhtem Kohlensäuredruck, S. 49), zweitens eine Schädigung des Keimes, der sich nicht zur Furchung bringen lässt (oder haben wir es mit einem vorzeitig sich schliessenden Mikropylemechanismus zu tun?).

## B. Ökologie der Befruchtung.

Die Ökologie der Befruchtung — in dieser Arbeit: das Eindringen des Spermiums ins Ei — zerfällt eigentlich in zwei Abschnitte: die Ökologie des Spermiums und die des Eies. In bescheidenem Masse wurde das Thema somit schon behandelt. Aus praktischen Gründen ist es indessen am einfachsten den Einfluss der Umwelt auf die Befruchtungskontrahenten in Gestalt ihres Ergebnisses, des befruchteten Eies, kennenzulernen.

### a. Der Befruchtungsvorgang — biologisch betrachtet.

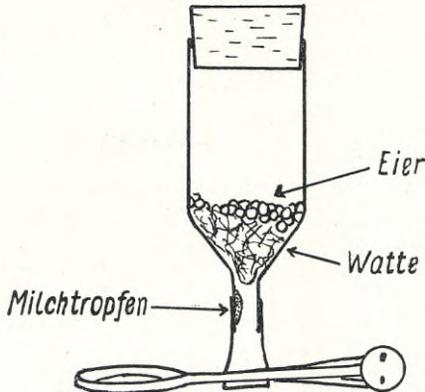
Bei der Befruchtung dringt ein Spermium durch den Mikropylekanal aktiv ins Ei hinein.<sup>1</sup> Der Kanal gestattet, wie HIS (1873) für Lachs gezeigt hat — und was auch aus meinen Messungen hervorgeht — nur je einem Spermium in der Breite den Zutritt. Ob die Spermien in ihrem suchen nach der Mikropyle durch chemische Reize geleitet werden, ist für Fische meines Wissens nicht experimentell festgestellt, wenn es auch besonders wahrscheinlich ist (s. z. B. HARTMAN 1940).

Die Befruchtung ist — in ihrer obigen biologischen Bedeutung — nicht durch die Gegenwart von Wasser bedingt. Oben wurde ein Versuch erwähnt (Tabelle 3), der eindeutig erweist, dass ein Spermium ins reife Ei eindringen kann, auch wenn dieses Ei noch in Rogenflüssigkeit liegt, in der es nicht schwillt, die Spermien aber aktiv werden. Der Schwellungsvorgang beginnt hier erst, wenn die Bewegungsfähigkeit der Spermien schon aufgehört hat. Kontakt zwischen Spermium und Keimplasma ist somit vorher hergestellt. (Das Gesagte gilt auch für Ringer-Lösung.)

### b. Methodisches.

Künstliche Befruchtung von Fischeiern wurde schon im Jahre 1760 von JACOBI vorgenommen, aber nur in bescheidenem Umfang in der Fischzucht benutzt, und zwar vom Ende des 18. Jahrhunderts ab bei der Auf-

<sup>1</sup> Ein passives Hereinsaugen des Spermiums kommt nicht in Frage; vgl. S. 28.



Textfig. 19. Befruchtungsglas für die Befruchtungsmethode C (s. S. ). — *Befruchtungsglas für befruchtungs­method C.*

zucht von Lachs, Forelle und Karpfen (VOGT 1842, S. 15, v. D. BORNE). Als erster Wissenschaftler bediente sich RUSCONI im Jahre 1836 der künstlichen Befruchtung der Eier des Schleis, und 1840 gab er Anleitung an Fischer, für seine Versuche künstlich befruchtete Hechteier zu schaffen.

Anfangs hat man ausschliesslich mit der nunmehr als „nasse Befruchtung“ bekannten Methode gearbeitet, d. h. der Rogen wurde ins Wasser gestreift oder jedenfalls unter Wasser gesetzt, ehe die Milch dazu gegeben wurde. Später wurde von dem Russen VRASSKIJ die trockene Befruchtung eingeführt, und diese dürfte jetzt bei der Fischzucht beinahe alleinherrschend sein, wenn auch einige Fürsprecher der nassen Methode noch zu finden sind (s. z. B. Fussnote S. 31).

Der Fischzüchter führt die trockene Befruchtung entweder in einer Schale oder einer Flasche aus. In meinen Befruchtungsversuchen mit in der Regel 200—300 Eiern habe ich mich beider dieser Varianten bedient.

Versuchsmethode A: Hier wurde eine Eiportion (meist mit Hilfe eines Löffels) in einer Petrischale von 5 cm Durchmesser plaziert, mittels einer Pipette ein Milchtropfen zugegeben und danach, gleichfalls, aus einer Pipette, Wasser, was zugleich eine gute Mischung ergibt.

Versuchsmethode B: Die Eier am Boden einer Glasröhre von  $10 \times 1$  cm, der Milchtropfen an deren Rand. Das hineinfließende Wasser hat die Milch mitgerissen und verdünnt den Eiern zugeführt. Einiges Schwenken der Röhre vervollständigt die Mischung.

Versuchsmethode C: Zufälligerweise wurde eine Methode benutzt, die in Textfig. 19 dargestellt ist. Bei der Befruchtung wurde der Quetschhahn geöffnet und der Stöpsel weggenommen, wobei das Wasser von unten her eindringend Milch und Rogen vermischte.

Spülung nach der Befruchtung wurde bisweilen unternommen, bisweilen nicht. Sie ist für das Befruchtungsergebnis belanglos, erleichtert jedoch die folgende Kontrolle der Eier.

### c. Die Kontrolle des Befruchtungsergebnisses.

Die Kontrolle geschieht am besten zu einem Zeitpunkt, wo die Eientwicklung ein Stadium erreicht hat, das unschwer eine Trennung von befruchteten und unbefruchteten Eiern gestattet. Zwar ist dies schon im 2-Zellstadium nach einigen Stunden möglich, am leichtesten aber im Kuppelstadium, das bei 10° schon nach 12 Stunden beginnt. Die unbefruchteten Eier charakterisieren sich jetzt durch Deformierungen und Ablösung des ungeteilten Keimplasmas (s. Fig. 29, 30 Tafel II).

Die Kontrolle der Versuchseiportionen geschah stets unter Vergrößerung, wobei ein Leitz-Greenoughmikroskop vorzügliche Dienste leistete. Da bei geeigneter Vergrößerung (10 mal und mehr) das Gesichtsfeld die Versuchsschale nicht umfassen konnte, wurden die Eier im Schälchen mittels kleiner Glasstäbchen in Kleinportionen verteilt.

Die Kontrolle soll, soweit möglich, mit lebenden Eiern durchgeführt werden. Wenn dies unmöglich war, habe ich eine Korserwierung in 4 % Formollösung als ziemlich geeignet gefunden. Auch BOUINS Flüssigkeit habe ich geprüft. Gutes, auffallendes Licht ist dabei für die Durchmusterung nötig und die Beurteilung lässt sich nicht mit voller Sicherheit ausführen.

Mit tadellosem Ei- und Milchmaterial ausgeführt, ergibt die künstliche Befruchtung 95—100 % befruchtete Eier. Äusserst selten werden die Eier im Versuch restlos befruchtet. Tabelle 5 zeigt das kontrollierte Befruchtungsergebnis mit 39 Hechtweibchen aus dem See Siljan im Frühling 1942. Nur Zweimal ist 100-prozentige Befruchtung erfolgt. Tabelle 6 zeigt eine Befruchtungsanalyse von 6 Mälarhechten.<sup>1</sup>

Welche inneren Ursachen sind nun bei guten äusseren Bedingungen für das Befruchtungsergebnis ausschlaggebend? Die Befruchtungsanalyse der 39 Siljan-Hechte ist hier aufschlussreich. Methodik und Ergebnisse sind bei Tab. 5 angegeben. Die äusseren Bedingungen müssen gleichartig und günstig gewesen sein. Auch fehlt jeder Grund zur Annahme, Verschiedenheiten im Befruchtungsergebnis wären auf die Milch zurückzuführen. Die Analyse bezieht sich also auf das Rogenmaterial.

Bei einer Analyse von Hechteiportionen, die etwa 24 Stunden zuvor befruchtet wurden, lassen sich die Eier auf folgende Kategorien verteilen:

<sup>1</sup> Ich habe den Eindruck bekommen, dass die Qualität des Eimaterials örtlichen Verschiedenheiten unterworfen ist. Bei Drottningholm pflegt die künstliche Befruchtung durchschnittlich nicht so gut auszufallen wie im Siljansee, und an der Blekinge-Küste noch schlimmer. Allerdings dürfte im letzteren Falle ein Salzgehaltsproblem vorliegen.

	Tafelfig.	Bezeichnung
Ungeschwollene bis halbgeschwollene Eier .....	1, 2, 38, 39	<i>us, hs</i>
Unkonzentriertes bis halbkonz. Keimplasma .....	2, 3, 39	<i>uk, hk</i>
Keimplasma konz., aber ohne Furchung .....	4, 45	<i>ub</i>
Keimplasma konz. $\pm$ abgeschnürt und zerteilt, ohne echte Furchung .....	29, 30, 48	<i>ub</i>
Keimplasma konz. und regelmässig gefurcht .....	5-12, 43, 44, 46, 47	<i>b</i>
Keimplasma $\pm$ gefurcht, $\pm$ konz., $\pm$ aufgelöst .....	25, 27, 28, (44)	<i>er</i>
Keim unregelmässig gefurcht oder geformt .....	31-34	<i>ab, sf</i>
Dotter eingesunken .....	26, 49	<i>eg</i>
Eiweiss $\pm$ koaguliert (weiss) .....	55	<i>w</i>

Für die nähere Kenntnis der Kategorien verweise ich auf die angegebenen Figuren.

In dem Siljan-Material (Tabelle 5) dominiert die *b*-Gruppe, die normalen und befruchteten Eier. Bei Berechnung des Prozentsatzes befruchteter Eier wurden die Gruppen *eg* und *w* ausser Acht gelassen, weil es hier nicht möglich ist, zu entscheiden, ob ein Ei befruchtet ist oder nicht (s. weiter unten).

Die Gruppen *us—hs* und *uk—hk* wurden nicht immer gesondert gerechnet. Eier dieser Kategorie treten besonders in den Proben 16, 28 b, 29 a und 30 hervor. Was den Rogern 16 und 30 fehlte, ist nicht klar. Bei den Hechten 28 und 29 dagegen wurden die Befruchtungen 28 b bzw. 29 a mit Eiern von der zuletzt gestreiften Rogenmasse vorgenommen; bei 29 a wurde viel Blut mit gestreift. (Blut wirkt an und für sich bei der Befruchtung nicht schädlich.<sup>1</sup>) Die *us—hk* Eier müssen schlecht reif gewesen sein. Eier dieser Gruppe bekommt man auch, wenn unreife Rogenhechte aufgeschnitten und die unreifen Eier ins Wasser gelegt werden. Eine Erklärung für die schlechte Schwellung und Plasmakonzentration der Eier ist also die, dass unreife Eier mitgestreift worden sind, was besonders gegen Ende des Streifens mit der letzten Eiportion der Fall sein kann.

Schon vorher haben wir eine zweite Ursache der ausgebliebenen Schwellung kennengelernt. In den Haltbarkeitsversuchen stieg der Prozentsatz ungeschwollener Eier mit der Zeit an (S. 41, Fig. 17). Die Eier dürften in diesem Falle so geschädigt worden sein, dass sie das Schwellungs- und Plasmakonzentrationsvermögen ganz oder teilweise einbüßen. Ob diese Erscheinung auch bei Überreife der Eier *im* Mutterhecht auftritt, habe ich nicht untersucht.

<sup>1</sup> Siehe z. B. Tabelle 5: 23 a und 27 a. Trotz Vorhandenseins von Blut wurden hier 96 bzw. 97 % Befruchtung erreicht.

In einem Versuch (Drottningholm 10. IV. 1943) wurden Eiportionen mit Wasser befruchtet, das 0,1, 0,4 bzw. 1 % Blut enthielt. Befruchtung: 97, 98 bzw. 99 %. Diese hohen Blutkonzentrationen waren offenbar ganz unschädlich.

(Schliesslich führt auch Brackwasser Ausbleiben der Schwellung herbei, S. 34.)

Eier der Gruppe *ub* treten häufiger auf. So bei den Hechten 5 und 12, die nicht vollreif waren und 29 a (letzte Eiportion), bei den Hechten 25 und 28, d. h. bei deren ersten Eiportionen. Ferner bei den mehr oder minder ausgelaicheten Hechten 10, 24 und 31, sowie den Hechten 15, 19, 33 und 38, von deren Status ich nichts bemerkt habe. Hier treffen wir vermutlich auf zwei oder drei Ursachen der unterbliebenen Befruchtung.

Erstens Unreife. Ich möchte annehmen, dass, auch wo eine Reife erreicht worden ist, die scheinbar tadellose Schwellung und Plasmakonzentration gestattet, nicht immer Befruchtung geschehen kann. Der Ausfall der Befruchtungsversuche 5, 12 und 29 a bestätigt dies. (Vgl. S. 39.)

Zweitens „Überreife“. Wo die erste Eiportion eines reifen Mutterfisches oder Eier eines ausgelaichten Hechtes befruchtet wurden, fiel das Ergebnis oft — nicht immer — schlecht aus. Da ich eine schon vor der Befruchtung eingetretene Schwellung (mit Mikropyleverschluss) nicht beobachtete, liegt die Annahme nahe, dass „Überreife“ der Eier verantwortlich ist. Diese Annahme habe ich schon oben bei der Behandlung der Haltbarkeitsversuche gemacht (S. 41).

Drittens halte ich es für leicht möglich, dass ein frühzeitiger Mikropyleverschluss mitgewirkt haben kann, besonders bei Hechten, die — im Fischkasten aufbewahrt — dort Rogen verloren haben oder teilweise gestreift waren. Es dürfte nicht ausgeschlossen sein, dass Wasser ins Ovarium eingedrungen ist und die obengenannte Folge hervorgerufen hat.

Die Kategorien *eg* und *w* sind beide auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen: Schaden in der Dottermembran (siehe S. 24). Nur selten sind diese Eier bei den Versuchen zahlreich. Unachtsame Behandlung der Eier, Erstickung und „Absterben“ unbefruchteter Eier sind mögliche Ursachen, doch möchte ich glauben, dass ziemlich oft einige Prozent der Eier eines Weibchens auch ohne äussere Einflüsse Dottermembranschäden aufweisen und das Bild der *eg* und *w* aufzeigen.

Die Gruppen *er* (Erstickung), *ab* (Abnorm) und *sf* (Salzfehler) werden in anderem Zusammenhang erörtert. (S. 77 u. f., bzw. 79 u. f.)

Die Reife der Hechteier scheint somit die Befruchtung so zu beeinflussen, wie es das folgende Schema darzustellen versucht:

Reifegrad:    unreif —————→ reif —————→ „überreif“  
 Befruchtung: bleibt aus → schlecht → gut → schlecht → bleibt aus  
 Eikategorien: *us, hs* → *uk, hk* → *ub* —————→ *b* —————→ *ub* → *hk, uk* → *hs, us*

Tabelle 13.

Befruchtung bei hoher Temperatur. Befruchtungsmethode B (S. 43).  
 Technik im Prinzip wie Textfig. 20. Hecht ♀ 41. Drottning-  
 holm 4. V. 1942. — *Befruktning vid hög temperatur.*

Uhrzeit	t°	Befruchtet		Unbefruchtet	Ungeschwollen	Eingesunkener Dotter
		Stück	%			
11 <sup>25</sup>	28,3	238	89	30		
11 <sup>30</sup>	30,5	168	91	17		
11 <sup>35</sup>	32,5	182	91	17		
11 <sup>40</sup>	34,9	176	85	24	2	2
11 <sup>48</sup>	36,9	8	3			
11 <sup>55</sup>	38,7	0	0		222 meistens ungeschwollen meistens eingesunken	

#### d. Die Bedeutung der Umweltfaktoren.

Die Bedeutung der Milieufaktoren wurde durch Befruchtungsversuche untersucht, wobei die äusseren Bedingungen variiert wurden. Sogleich nach der Befruchtung wurde die betreffende Eiportion in Normalmilieu zurückgeführt. Die Befruchtungsanalyse wurde meistens nach etwa 24 Stunden vorgenommen.

##### 1. Temperatur.

In einem Versuch mit Methode C wurde die Temperatur zwischen 0,2° und 24° variiert. Wenn das Befruchtungsergebnis auch nicht immer befriedigend wurde, kann doch eine bestimmte Einwirkung der Temperatur nicht behauptet werden. Mittels Methode B wurde die Befruchtung bei höhere Temperatur untersucht (Tabelle 13). Die Befruchtungsmechanismen arbeiten scheinbar gut bis zu 35°. Über 35° schwellen die Eier nicht und bei noch höhere Temperatur sinkt der Dotter ein. Wie sich die Spermien bei dieser Temperatur verhalten, habe ich nicht studiert.

Eine Befruchtung scheint somit gut möglich zu sein bei einer Temperaturspanne von beinahe 0° bis zu 30—35°. (Hier muss ausdrücklich betont werden, dass die Versuchsportionen sogleich nach der Befruchtung in Wasser von Zimmertemperatur überführt wurden. Die unmittelbar auf die Befruchtung folgende Eientwicklung ist nämlich für eine Temperatur in der Nähe des Nullpunktes überaus empfindlich.)

##### 2. Sauerstoffdruck.

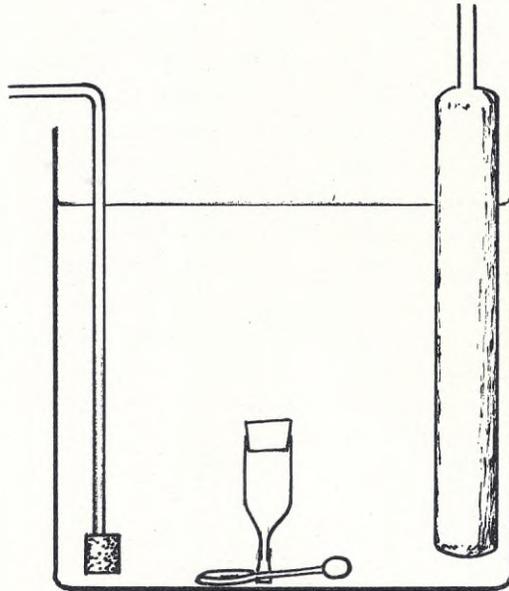
Bei niedrigem Sauerstoffdruck vollzieht sich die Befruchtung mit demselben Erfolg wie in sauerstoffreichem Wasser (Tabelle 14; Versuchstech-

Tabelle 14.

Befruchtung bei niedrigem Sauerstoffdruck. Methode C. Versuchstechnik s. Textfig. 20. Drottningholm 27. IV. 1942.

— *Befruktning vid lågt syrgastryck.*

Uhrzeit	Sauerstoffgehalt Syrgashalt cm/1	t°	Befruchtete Eier	
			Stück	%
14 <sup>05</sup>	0,17	—	—	—
14 <sup>13</sup>	0,00	—	—	—
14 <sup>15</sup>	—	7,5	111	90
14 <sup>23</sup>	0,24	—	—	—
14 <sup>24</sup>	—	7,8	173	90
14 <sup>31</sup>	0,78	—	—	—
14 <sup>32</sup>	—	8,0	238	98
14 <sup>30</sup>	1,31	—	—	—
14 <sup>41</sup>	—	7,3	122	84
14 <sup>40</sup>	2,60	—	—	—
14 <sup>51</sup>	—	7,6	181	94
14 <sup>50</sup>	4,20	—	—	—
15 <sup>01</sup>	—	8,0	219	90



Textfig. 20. Apparatur zum Herstellen gewünschter Temperatur und Gasgehalt bei Befruchtungsversuchen. — *Apparatur för befruktningsförsök.*

Tabelle 15.

Befruchtung bei hohem Kohlensäuredruck. Befruchtungsmethode B.  
 Technik im Prinzip wie Textfig. 20. Drottningholm 28. IV. 42.  
 — Befruchtung vid högt kolsyretryck.

Uhrzeit	Kohlensäure- druck pH	t°	Sauerstoff- gehalt ccm/1	Befruchtet		Unbefruchtet Stück	Unge- schwollen Stück
				Stück	%		
11 <sup>20</sup>	5,0	14,1	0,45	0	0	0	etwa 200 188
11 <sup>45</sup>	5,5	13,8	Luftdurch- rieslung	6	3	12	
11 <sup>55</sup>	6,0	13,7	— » —	176	82	34	5
12 <sup>10</sup>	6,5—7,0	13,6	— » —	118	79	31	0

nik im Prinzip wie Textfig. 20). So auch bei höherer Temperatur (19°, praktisch sauerstofffrei, Drottningholm 28. IV. 1942).

Der Sauerstoffdruck scheint also die Befruchtung nicht zu beeinflussen.

### 3. Kohlensäuredruck.

Bei diesen Versuchen wurde Kohlensäure in Wasser eingeleitet und als pH kolorimetrisch kontrolliert. Tabelle 15 stellt das Ergebnis dar. Bei pH 5 schwoll kein einziges Ei, bei 5,5 nur 1/10, wovon 1/3 befruchtet wurde. pH 6 gibt 98 % geschwollener Eier und gute Befruchtung. In einem anderen Versuch wurde beobachtet, dass die Spermien bei pH 5,2 lebhaft schwammen, bei 4,9 jedoch matt erschienen. Auch bei pH 8,1 sind die Spermien anscheinend unbeeinflusst. Die Kohlensäure durfte in stärkeren Konzentrationen der Eikapsel schaden.

Interessant ist die Beobachtung, dass eine pH-Senkung auf 5, durch Salzsäure herbeigeführt oder eine Steigerung auf 8,1 (NaOH), gute Befruchtung gestattet mit nur wenigen % unkonzentrierter Eier (Drottningholm 28. IV. 1942). Dass pH die Befruchtungszeit der Eier beeinflusst, wurde oben angeführt (S. 31).

### 4. Salzgehalt.

In destilliertem Wasser schwimmen die Spermien, schwellen die Eier und vollzieht sich die Befruchtung ohne Störung. (SCHEURING gibt — 1924 — an, dass dest. Wasser für Forellenspermien giftig wäre. Metallvergiftung?)

Die Beurteilung von Befruchtungsversuchen in salzigem Wasser ist ziemlich schwierig. Teils schwellen die Eier oft schlecht, teils und vor allem treten öfters in der weiteren Entwicklung Störungen auf, die eine Entscheidung, ob ein Ei befruchtet ist oder nicht, beinahe unmöglich machen.

Tabelle 16.

Befruchtung und Salzgehalt. Nach 75 Min. Aufenthalt im Befruchtungswasser wurden die Eier ins Süßwasser überführt. Süßwasserhecht ♀ 207. Drottningholm 10. IV. 1943. (Abkürzungen: s. S. 45.) — *Befruktning och salthalt. Efter 75 min. i befruktningsvattnet överfördes rommen till sötvatten. Sötvattensgädda. (Förkortningar: se sid. 45.)*

Salzgehalt Salthalt ‰	Eizahl Antal ägg Stück	Befruchtet (b) — befruktade (b)			ub Stück	us—uk		w—eg Stück
		normal Stück	Salzfehler Stück	% von b und ub		Stück	%	
0	197	191	—	99	1	—	—	5
2	225	104	—	48	115	4	2	2
4	170	11	5	40	25	129	76	—
7	233	191	20	87	8	14	6	—
10	202	91	30	95	6	75	37	—
15	211	128	20	74	53	10	5	—
20	187	35	15	49	52	77	43	8
30	174	0	3	2	156	10	6	5

Tabelle 17.

Befruchtung und Salzgehalt. Nach 120 Min. Aufenthalt im Befruchtungswasser wurden die Eier ins Süßwasser überführt. Brackwasserhecht aus 7,3 ‰ bei Karlshamn. Mörrum 4. V. 1943. (Abkürzungen: s. S. 45.) — *Befruktning och salthalt. Efter 120 min. överfördes rommen till sötvatten. Brackvattensgädda från 7,3 ‰. (Förkortningar: se sid. 45.)*

Salzgehalt Salthalt ‰	Eizahl Antal ägg Stück	Befruchtet (b) — befruktade (b)			ub Stück	us—uk Stück	w—eg Stück
		normal Stück	Salzfehler Stück	% von b und ub			
0	221	215	—	97	6	—	—
2	187	76	—	41	108	3	—
4	215	204	—	97	6	5	—
7	215	141	21	96	7	44	—
10	236	139	29	95	8	60	—
15	221	67	—	32	144	9	1
20	202	18	1	10	170	3	—
7,3	198	145	18	91	17	18	—

Tabelle 18.

Befruchtung von Brackwasserhechten aus 6,8 ‰ bei Torhamn.

Mörum 6. V. 1943. (Abkürzungen: s. S. 45.) — Befruchtung av brackvattensgäddor från 6,8 ‰.

(Förkortningar: se sid. 45.)

Nr.	Salzgehalt bei d. Befr. Salthalt vid befr. ‰	N. 5 Std. ins Süßwasser Efter 5 tim. till sötv. + oder —	Eizahl Antal ägg St.	Befr. (b) — befr. (b)			ub St.	us-uk St.	w-eg St.	Anmerk. Anmärkn.
				normal St.	Salz- fehl. St.	% von b und ub				
1 a	0	—	163	133	8	93	11	6	5	
1 b	6,8	+	202	132	28	87	23	8	21	
1 c	6,8	--	177	106	16	95	7	46	2	
2 a	0	—	136	135	1	100	—	—	—	
2 b	6,8	+	159	132	16	100	—	11	—	
2 c	6,8	—	180	120	8	99	1	50	1	
3	0	—	120	—	—	0	1	9	110	} ausgelaicht utlekt
4	0	—	192	—	—	0	8	119	65	
5	0	—	209	39	26	31	68	75	1	
6	0	—	200	16	29	23	117	38	—	
7	0	—	152	49	9	38	30	64	—	
8	0	—	189	26	28	23	87	49	9	

Tabellen 16—17 zeigen zwei Versuche, mit Süßwasserhecht (Drottningholm 10. IV. 1943) bzw. Brackwasserhecht (Mörum 4. V. 1943) durchgeführt. Auf Befruchtung bei verschiedenem Salzgehalt wurde der Rogen nach 75 Min. im ersteren und 120 Min. im anderen Versuch in Süßwasser überführt. Die Kontrolle ergab ziemlich überraschend, dass sehr niedriger Salzgehalt störend eingewirkt hatte, während ein mittlerer Salzgehalt ziemlich gute Befruchtung zuließ. Dieselbe Erscheinung ist in einem späteren Versuch (Textfig. 15) nicht zum Vorschein gekommen.

Weitere Versuche wurden mit Brackwasserhechten durchgeführt, welche befruchtet wurden, teils in Süßwasser, teils in Brackwasser ohne folgende Überführung, teils in Brackwasser mit nach 5 Stunden folgender Überführung in Süßwasser. Tabelle 18, 1a—c, 2a—c. Es wurde hier immer gute Befruchtung erhalten, auf geschwollene Eier berechnet. Zu bemerken ist, dass die Zahl der Salzschäden bei b—c ziemlich hoch ist, ebenso wie die Zahl nicht geschwollener Eier, besonders da, wo Überführung in Süßwas-

ser nicht stattfand. (Die Befruchtungen 3—8 sind schlecht ausgefallen, vermutlich waren die Mutterhechte zu lange im Fischkasten aufbewahrt.)

Die Ursache der ausgebliebenen oder schlechten Befruchtung bei *hohen* Salzkonzentrationen (über 10 ‰) dürfte ausgebliebene Spermienbewegung sein (s. S. 15).

### 5. Licht.

Dunkelheit hemmt die Befruchtung nicht.

## 2. Kapitel. Die Entwicklung im Ei.

### A. Das befruchtete Ei.

#### a. Die Entwicklungsstadien.

(Hierzu Fig. 1—24, Tafel I und 38—55, Tafel III.)

Schon RUSCONI (1840) und AUBERT (1853) haben die Hauptzüge im Entwicklungsgang des Hechteies richtig aufgefasst.

Das erste leicht beobachtete äussere Zeichen einer erfolgreichen Befruchtung und beginnenden Entwicklung ist die erste Furchung der Keimzelle. Der ersten, senkrecht zur Keimscheibe stehenden Furche folgt bald eine zweite, rechtwinklig zur ersten.<sup>1</sup> Ob auch die zwei folgenden gleichzeitigen Furchen rechtwinklig zur zweiten stehen, habe ich nicht untersucht. Auch die Furchen, durch die der Keim ins 16-Zellstadium übergeht, stehen senkrecht zur Keimebene; die folgenden Furchungen verlaufen dagegen nicht so regelmässig. Die allgemeine Form des sich furchenden Keimes ändert sich kaum; Ausnahmefälle sind Abnormitäten oder auf äussere Einwirkungen zurückzuführen (Fig. 6 und 44 stellen Erstickungssymptome dar). So kann es bisweilen schwierig sein, das ungefurchte 1-Zellstadium vom Kuppelstadium zu unterscheiden, die Form ist identisch, Farbe und Struktur sind dagegen andersartig (Fig. 4 mit Fig. 11 verglichen).

Die Kuppel wird allmählich flacher und geht in eine Kalotte mit verdickten Rändern über. Die Kalotte wächst über den Dotter hinaus, im Kapfenstadium und noch besser im Pfropfenstadium wird die Embryoanlage

<sup>1</sup> Einmal habe ich eine abweichende Bildung des 4-Zellstadiums beobachtet (Fig. 7).

deutlich ersichtlich. Die Überwachsung geht weiter, und da nur ein kleinster Dotterpfropfen unbedeckt steht, sind schon einige Paar Muskelsegmente im Embryo gebildet.

Die Dotterrotation (S. 33) ist die ganze Zeit weiter erfolgt. Am deutlichsten treten die Formveränderungen des Dotters im Kappenstadium hervor (Fig. 14). Der animale Pol hielt sich bis jetzt aufwärts. Bei der weiteren Entwicklung des Embryos hören die Kontraktionserscheinungen des Dotters zwar nicht auf (was schon den älteren Verfassern bekannt war), doch wird die Rotationsbewegung unter der Eischale durch die Reibung zwischen Embryo und Schale offenbar gehemmt, und dazu beginnen Muskelbewegungen, die ein Studium der Rotationsbewegungen erschweren.

In einer ersten Periode der folgenden Entwicklung werden die Gehirnabteilungen mit Augen und Ohrenbläschen angelegt, der Körper in etwa 25 Myomeren segmentiert. Der Längenzuwachs ist noch ziemlich unbedeutend, der Embryo nimmt gegen Ende der willkürlich gewählten Periode etwa die Hälfte eines Hauptkreises ein.

Eine zweite Periode führt eine kräftige Entwicklung der Gehirnabteilungen herbei, Riechgruben bilden sich. Das Herz wird beinahe median angelegt, fängt an sich zu kontrahieren, wird nach links verschoben<sup>1</sup> und treibt energisch Flüssigkeit, die sich an der Oberfläche des Dotters sammelt, in den Körper hinein. Der Schwanz wächst nach hinten über den Dotter hinaus, der Anus wird angelegt, der Körper lateral abgeplattet und nimmt mehr und mehr eine Seitenlage ein. Muskelbewegungen treten auf. Die Länge nimmt allmählich bis etwa 5/6 des Hauptkreises zu.

Während der dritten und letzten Periode tritt eine Pigmentierung des Körpers auf, vor allem des Auges<sup>2</sup>, in geringerem Masse auch des Dottersacks, Flossensaums und der Brustflossenanlagen, gelegentlich werden „Schwimmbewegungen“ beobachtet. Der ganze Embryo wird kräftiger und verlässt schliesslich seine Hülle.

Diese drei Embryonalstadien sind willkürlich aufgestellt und gehen unmerklich ineinander über. Ihre Einteilung scheint mir trotzdem angebracht, damit man sich in der Mannigfaltigkeit der Veränderungen nicht verliert.

Kurz rekapituliert sind die Entwicklungsstadien also die folgenden:

2—16 Zellstadium

Zellkuppel—Kuppelstadium

<sup>1</sup> Einmal habe ich einen Fall von Rechtslagerung des Herzens beobachtet.

<sup>2</sup> Wie SCHÄPERCLAUS bemerkt (1940, S. 238), kann man jedoch beim Hecht nicht wie beim Lachs von einem bestimmten Augenpunktstadium reden.

Flachkuppel—Kalottenstadium

Kappen—Pfpfenstadium

Myomerenstadium

Erstes Embryostadium  $\frac{1}{2}$  Hauptkreis, Gehirn ungeteilt

Zweites „  $\frac{1}{2}$ —1 Hauptkreis, Gehirn abgeteilt, weder Pigmentierung noch Flossensaum

Drittes „ 1 Hauptkreis, Pigmentierung, Flossensaum

### b. Die Entwicklungsgeschwindigkeit.

Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von der Temperatur ist eine allgemein bekannte Tatsache. Die Fischzüchter haben diese Abhängigkeit mit der Tagesgradzahl ausgedrückt, was mehr wissenschaftlich unter dem Namen Wärmesummenregel bekannt ist. Man dürfte sich jedoch oft darüber klar gewesen sein, dass die Temperaturabhängigkeit durch die entstandene Hyperbel nur annähernd richtig ausgedrückt wurde.

Nach Untersuchungen an der Eientwicklung der Scholle gelangten JOHANSEN und KROGH (1914), gewisse ältere Untersuchungen bestätigend, zur Auffassung, dass zwar das Produkt von Temperatur und Entwicklungsdauer konstant sei, dass die Temperatur aber nicht vom Nullpunkt der Celsiuskala aus gerechnet werden darf, sondern von einem „biologischen“ Nullpunkt aus, dessen Lage offenbar schwankt und für die Scholle bei  $-2,4$  —  $-0,4^{\circ}$  C liegen soll (REIBISCH 1902, APSTEIN 1911, JOHANSEN und KROGH 1914).

Japanische Forscher haben hierhergehörige Probleme mehrfach behandelt, und TAUTI lieferte (1925) die allgemeine Formel  $D \cdot e^{at} = K$  für die Entwicklungsdauer (D) des Fischeies. Die Gültigkeit der Formel wurde für viele Fischarten experimentell bestätigt, so für *Leuciscus hakuensis* (NAKAI 1927), *Salmo irideus* und *Oncorhynchus masou* (KAWAJIRI 1927 b). Auch YAMAMOTO (1933) behauptet die Verwendbarkeit der Formel für den Karpfen; seine Werte scheinen mir jedoch nicht überzeugend. Nach Untersuchungen an einigen *Salmo*-arten gelangt EMBODY (1934) zu derselben Kurve wie die Japaner.

LEINER behandelt (1932) „die Entwicklungsdauer der Eier des dreistacheligen Stichlings in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur“. An einem besonders überzeugenden Primärmaterial zeigt er, wie die Entwicklungsdauer eine Exponentialfunktion der Temperatur ist. Er stellt für den Stichling die folgende Formel auf:  $D=4+1,26^{22-t}$ . Sie unterscheidet sich

von der von TAUTI gegebenen Formel nur dadurch, dass die Koordinaten verschoben sind. Die kleinste Entwicklungsdauer, die theoretisch bei Erhöhung der Temperatur asymptotisch erreicht wird, hat somit einen positiven Wert (4 Tage, nicht Null wie nach TAUTIs Formel). Dies bezeichnet also das Maximum der Entwicklungsgeschwindigkeit (vgl. JANISCH 1927, S. 11).

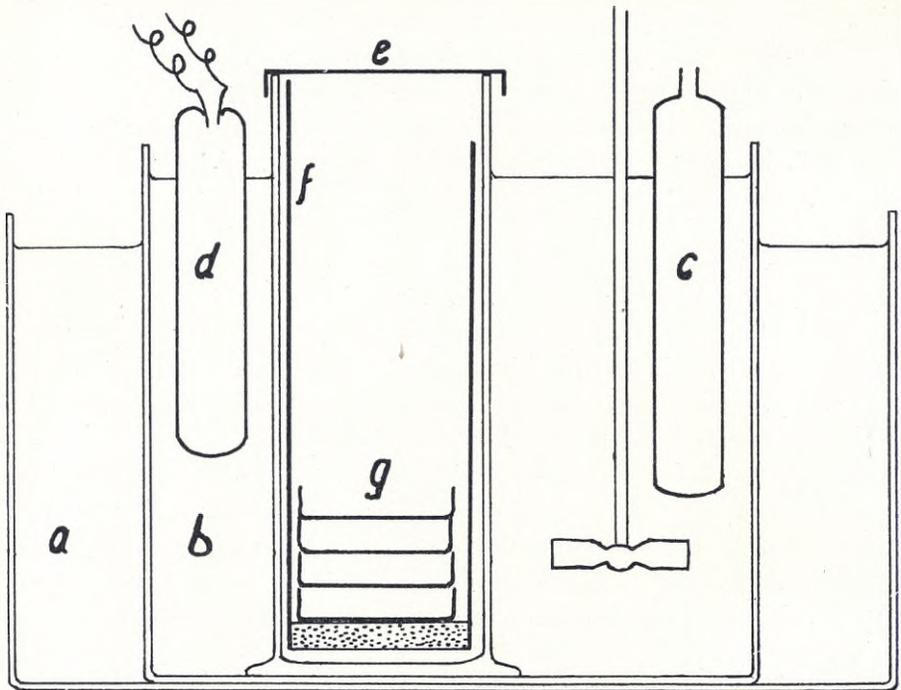
---

Bei der technischen Ausführung von Untersuchungen über die Entwicklungsdauer bei verschiedener Temperatur müssen vor allem die folgenden zwei Umstände berücksichtigt werden. Erstens die Beurteilung des Zeitpunktes der Schlüpfung. Es geht nämlich hervor — und dies ist eine bekannte Tatsache — dass der Schlüpfungsmoment gegen Einwirkung von äusseren Faktoren wie Licht, Temperaturschwankungen, Sauerstoffdruckherabsetzung besonders empfindlich ist (s. S. 88). Die Schlüpfung kann also als Ausdruck für ein bestimmtes Entwicklungsstadium *nicht* betrachtet werden, auch nicht wenn eine gewisse Wachstumshemmung des Embryos zur Zeit der Schlüpfung möglich erscheint (SCHEMINSKY 1929). Eher kann man von Schlüpfungsreife reden, die sich jedoch schwer fixieren lässt.

Zweitens muss der Versuch bei konstanter Temperatur durchgeführt werden. KAWAJIRI hat nämlich für zwei verschiedene Versuchsfische gezeigt (KAWAJIRI 1927 c — *Carassius auratus*; KAWAJIRI 1928 — *Salmo irideus*), dass bei einer und derselben Mitteltemperatur die Entwicklungsdauer um so kürzer wird, je stärker die Temperatur um dieses Mittel schwankt. Später hat TAUTI (1928) das Problem vom theoretischen Gesichtspunkt aus behandelt. Wenn man von einem bestimmten Mittel ausgeht, führt also eine Steigerung der Temperatur um eine gewisse Gradzahl eine grössere Zunahme der Entwicklungsgeschwindigkeit herbei als die Abnahme, die eine Senkung der Temperatur um die gleiche Gradzahl ergibt. Alle Versuche über Entwicklungsdauer, welche diese Dauer auf mathematisch berechnete Temperaturmittel zurückführen, sind also nur zuverlässig, wenn die Temperaturvariationen berücksichtigt sind, was überaus kompliziert wäre. Nur wenn die Wärmesummenregel gälte, könnte die Grösse der Temperaturschwankungen ausserachtgelassen werden.

---

Bei meinen eigenen Untersuchungen über die Entwicklungsdauer habe ich eine Methodik benutzt, die aus Textfig. 21 hervorgeht. In den fünf Parallelversuchen betrug die Temperatur im Mittel 3,5, 8, 13,2 18,5 bzw.

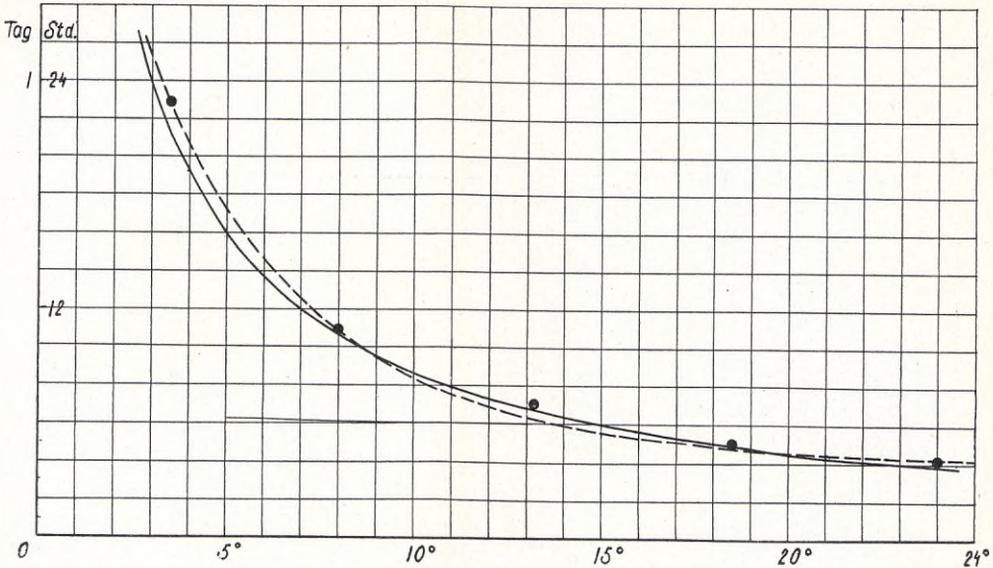


Textfig. 21. Apparatur für die Entwicklung der Hechteier bei bestimmter Temperatur. *a* Kühlwanne, die mit Eis gefüllt werden konnte, *b* Innenwanne mit Heizkörper (*c*), Thermoregulator (Bimetalltypus, *d*) und Umrührer, *e* Glaszylinder mit Deckel und Stativ(*f*) für die Versuchsportionen beherbergenden Petrischälchen (*g*). — Apparatur för gäddäggets utveckling vid viss temperatur.

24° C. Die Schwankungen waren z. Teil, besonders im kältesten Versuch, ziemlich gross, jedoch nur selten über 1°. Die Versuche sind somit nicht unter idealen Bedingungen ausgeführt worden.

Die befruchteten Eier wurden in Mengen von etwa 100 in Petrischälchen von 5 cm Durchmesser gelegt und unter Wasser gesetzt. Die Schalen waren im Versuch aufeinandergestapelt. Im Verlauf der Versuche wurde beobachtet, wie Eier, die von anderen Eiern bedeckt waren oder aus anderen Gründen einem Sauerstoffmangel ausgesetzt wurden, Erstickungsschäden und als Folge davon Entwicklungshemmungen aufwiesen. Das Auftreten der verschiedenen Entwicklungsstadien ist deshalb nach den „raschesten“ Eiern beurteilt. Auch die Schlüpfung wird in nicht ganz klargelegter Weise durch Sauerstoffmangel beeinflusst (s. ferner S. 89).

Die erhaltenen Werte sind somit nicht einwandfrei, besonders nicht die Werte für den Schlüpfungzeitpunkt. Ziemlich hohe Genauigkeit dürften



Textfig. 22. Entwicklungsdauer (D) des 16-Zellstadiums bei verschiedener Temperatur. Eingezeichnet die Hyperbel  $D = \frac{4}{t + 1}$  (—) sowie die Exponentialkurve  $D = 0,17 + 1,26^{2,5-t}$  (---). — Utvecklingstid för 16-zellstadiet med hyperbel (—) och exponentialkurva (---) inlagda.

dagegen die Werte der Entwicklungsdauer der früheren Stadien beanspruchen können.

Die Tabelle 19 gibt das Beobachtungsmaterial wieder.

Um zuerst das 16-Zellstadium zu erörtern, so lassen sich die erhaltenen 5 Werte der Entwicklungsdauer sowohl mit der Hyperbel als auch mit einer Exponentialkurve ausdrücken, wovon folgende beide auf Textfig. 22 eingetragen wurden:

$$D = \frac{4}{t + 1}$$

$$D = 0,17 + 1,26^{2,5-t}$$

Für die späteren Entwicklungsstadien lässt sich indessen die Hyperbel mit einem biologischen Nullpunkt von  $-1^\circ$ , wie in der vorstehenden Formel, nicht ziehen (Textfig. 23). Auch passt der Nullpunkt der Celsiusskala nicht, wie in der einfachen Formel der Tagesgradzahl (Textfig. 24). Für die Schlüpfung gibt die Hyperbel einen biologischen Nullpunkt erst bei etwa  $+3,5^\circ$ . Nehmen wir aber eine Verschiebung des biologischen Nullpunkts mit dem Entwicklungsstadium an, dann folgt, dass das Verhältnis

Tabelle 19. Eientwicklung bei verschiedener Temperatur. Methodik s. S. 55.

Äggutveckling vid

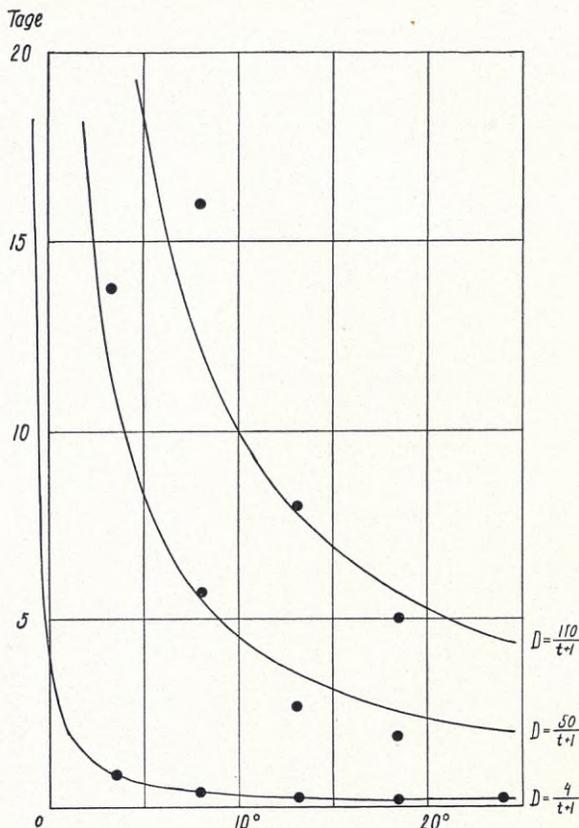
Uhrzeit	t°	3,5			8,0		
	♀ Nr	21	22	25	21	22	25
12. V. 14 <sup>35</sup>	♀ 21 gestreift						
14 <sup>40</sup>	♀ 22 gestreift						
	<i>Die Rogenabstriche mit ♂ 20 befruchtet. Versuchsbeginn.</i>						
20 <sup>00</sup>	—	—			1-Zell	—	
22 <sup>15</sup>	1-Zell	1-Zell			2-Zell	2-Zell	
13. V. 8 <sup>45</sup>	4-Zell	4-Zell			32-Zell	32-Zell	
12 <sup>15</sup>	8-Zell	4—8-Zell			Zellkuppel	Zellkuppel	
15 <sup>45</sup>	16-Zell	16-Zell			Zellkuppel	Zellkuppel	
19 <sup>10</sup>	16-Zell	16-Zell			Kuppel	Kuppel	
23 <sup>35</sup>	32-Zell	32-Zell			Kuppel	Kuppel	
14. V. 10 <sup>10</sup>	Zellkuppel	Zellkuppel			Kuppel	Kuppel	
15 <sup>45</sup>	♀ 25 gestreift						
16 <sup>00</sup>	♀ 25 befruchtet						
16 <sup>05</sup>	Zellkuppel	Zellkuppel	—		Flache Kupp.	Flache Kupp.	—
17 <sup>45</sup>	—	—	—		—	—	—
18 <sup>15</sup>	—	—	—		—	—	—
19 <sup>00</sup>	—	—	1-Zell		Flache Kupp.	Flacher	1-Zell
20 <sup>00</sup>	—	—	—		—	—	1-Zell
21 <sup>00</sup>	—	—	—		—	—	2-Zell
22 <sup>00</sup>	Kuppel	Kuppel	1-Zell		Kalotte	—	2-Zell
23 <sup>00</sup>	—	—	1-Zell		—	—	4-Zell
15. V. 3 <sup>00</sup>	—	—	2-Zell		—	—	16-Zell
8 <sup>50</sup>	Kuppel	Kuppel	4-Zell		Kalotte	Kalotte	> 32-Zell
14 <sup>00</sup>	Kuppel	Kuppel	8-Zell		Kalotte	Kalotte	Kuppel
22 <sup>25</sup>	Kuppel	Kuppel	> 16-Zell		Kalotte	Kalotte	Kuppel
16. V. 9 <sup>20</sup>	Kuppel	Kuppel	Zellkuppel		1/3 Kappe	1/3 Kappe	Kuppel
22 <sup>20</sup>	Flacher	Flacher	Kuppel		Pfropfen	2/3 Kappe	Flache Kupp.

Für die Benennung Eistadien s. S. 53. Drottningholm 12. V.—31. V. 1941.  
*olika temperatur.*

13,2			18,5			24
21	22	25	21	22	25	28
2-Zell	2-Zell		4-Zell	4-Zell		
8-Zell	8-Zell		16—32-Zell	16—32-Zell		
Kuppel	Kuppel		Kuppel	Kuppel		
Kuppel	Kuppel		Kuppel	Kuppel		
Kuppel	Kuppel		Kalotte	Flache Kupp.		
Kupp. (flach)	Kuppel		$\frac{1}{2}$ Kappe	Kappe		
Kalotte			—	$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Kappe		
$\frac{1}{3}$ Kappe	$\frac{1}{4}$ Kappe		Myomer.	Myomer.		
$\frac{2}{3}$ Kappe	$\frac{1}{2}$ Kappe	—	Myomer.	Myomer.		
—	—	—	—	—	1-Zell	
—	—	—	—	—	2-Zell	
Pfropfen	$\frac{1}{2}$ Kappe	2-Zell	—	—	4-Zell	
—	—	2-Zell	—	—	8-Zell	
—	—	4-Zell	—	—	16-Zell	
Pfropfen	Kappe-Pfropf.	8-Zell	—	—	32-Zell	
—	—	16-Zell	—	—	Zellkuppel	
—	—	Zellkuppel				
Myomer.	Myomer.	Kuppel	Embryo 1	Embryo 1	Kuppel	
—	—	Kuppel			Kalotte	
Embryo 1	Embryo 1	Flache Kupp.			Kappe-Pfropf.	
—	—	$\frac{1}{3}$ Kappe			Myomer.	
—	—	Pfropfen			Embryo 1	

Uhrzeit	t°	3,5			8,0		
	♀ Nr	21	22	25	21	22	25
17. V. 9 <sup>20</sup>	Flache Kupp.	Flache Kupp.	Kuppel	Pfropfen	Pfropfen	Kappe	
18. V. 9 <sup>30</sup>	Flache Kupp.	Flache Kupp.	Kuppel	Myomer.	Myomer.	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> Kappe	
22 <sup>20</sup>	Kalotte	Kalotte	Kuppel	Embryo 1	Embryo 1	Pfropfen	
19. V. 9 <sup>55</sup>	Kalotte	Kalotte	Kuppel	Embryo 1	Embryo 1	Pfropfen	
22 <sup>15</sup>	Kalotte	Kalotte	Flacher	Embryo 1	—	Myomer	
20. V. 9 <sup>35</sup>	<sup>1</sup> / <sub>4</sub> — <sup>1</sup> / <sub>3</sub> Kappe	<sup>1</sup> / <sub>4</sub> — <sup>1</sup> / <sub>3</sub> Kappe	Flache Kupp.	Embryo 1	Embryo 1	Embryo 1	
11 <sup>35</sup>	♀ 28 befruchtet						
11 <sup>55</sup>	♀ 28 im Versuch						
12 <sup>45</sup>	—	—	—	—	—	—	
15 <sup>35</sup>	—	—	—	—	—	—	
16 <sup>05</sup>	—	—	—	—	—	—	
18 <sup>05</sup>	—	—	—	—	—	—	
18 <sup>50</sup>	—	—	Flache Kupp.	Embryo 1—2	Embryo 1—2	Embryo 1	
21. V. 9 <sup>25</sup>	<sup>1</sup> / <sub>3</sub> Kappe	<sup>1</sup> / <sub>3</sub> Kappe	Kalotte	Embryo 1—2	Embryo 1—2	Embryo 1	
22 <sup>30</sup>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> Kappe	<sup>1</sup> / <sub>3</sub> Kappe	Kal.-Kappe	Embryo 1—2	Embryo 1—2	Embryo 1	
22. V. 9 <sup>00</sup>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> Kappe	—	—	—	—	Embryo 1—2	
23. V. 10 <sup>00</sup>	Kappe-Pfropf.	Kappe-Pfropf.	<sup>1</sup> / <sub>3</sub> Kappe	Embryo 2	Embryo 2	Embryo 2	
24. V. 9 <sup>00</sup>	Pfropfen	Kappe-Pfropf.	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> — <sup>1</sup> / <sub>3</sub> Kappe	—	—	Embryo 2	
25. V. 10 <sup>00</sup>	Pfropfen	—	Kappe-Pfropf.	Embryo 2	Embryo 2	—	
26. V. 10 <sup>00</sup>	Myomer.	Myomer.	Pfropfen	Embryo 2	Embryo 2	Embryo 2	
29. V. 13 <sup>30</sup>	Embryo 1	Embryo 1	Embryo 1			25 Larven	
31. V. 9 <sup>45</sup>	Embryo 1	Embryo 1	Embryo 1			80 Larven	

13,2			18,5			24
21	22	25	21	22	25	28
Embryo 2	Embryo 2	Myomer.			—	
—	—	Embryo 1			Embryo 2	
Embryo 3	Embryo 3	Embryo 2			Embryo 3	
Embryo 3	Embryo 3	Embryo 2			1 Larven	
2 Larven	Embryo 3	Embryo 2			6 Larven	
5 Larven	6 Larven	Embryo 2			10 Larven	
—	—	—			—	1-Zell
—	—	—			—	2-Zell
—	—	—			—	16-Zell
—	—	—			14 Larven	Zellkuppel
19 Larven	19 Larven	Embryo 2				
31 Larven	23 Larven	Embryo 2				Tot
> 40 Larven	> 30 Larven	Embryo 2				
		Embryo 3				
		6 Larven				
		37 Larven				
		65 Larven				

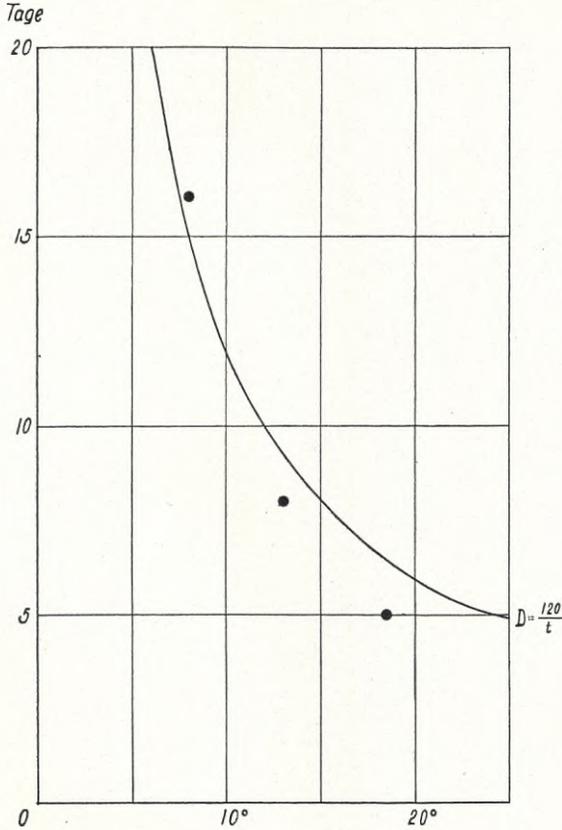


Textfig. 23. Entwicklungsdauer des 16-Zell- und Myomerstadiums bzw. bis zum Schlüpfen. Eingezeichnet: Hyperbeln mit dem biologischen Nullpunkt  $-1^{\circ}$ . — Utvecklingstid för 16-cell- och myomerstadiet resp. till kläckning. Hyperblar med den biologiska nollpunkten  $-1^{\circ}$  inlagda.

zwischen der Entwicklungsdauer der Eistadien bei verschiedener Temperatur gar nicht konstant ist.

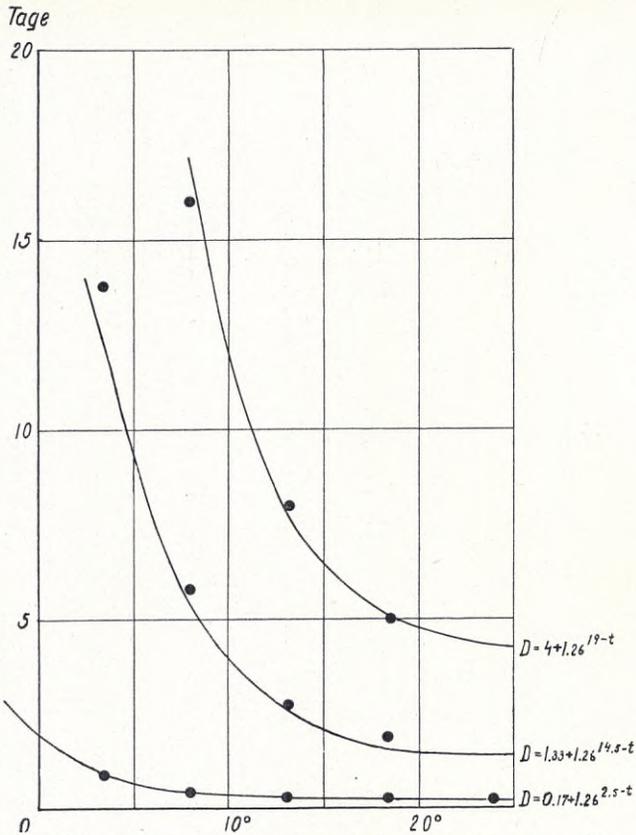
Das genannte Verhältnis wird dagegen konstant sein, wenn wir die Exponentialfunktion wählen und zwar erhalten wir für die späteren Stadien dieselbe Kurve wie die für das 16-Zellstadium gegebene, nur müssen die Koordinaten verschoben werden. So gilt die allgemeine Formel  $D-A = k^{B-t}$  wo  $k=1,26$ , wie folgt (Textfig. 25):

$$\begin{array}{ll}
 \text{16-Zellstadium} & \dots\dots\dots D = 0,17 + 1,26^{2,5-t} \\
 \text{Myomerstadium} & \dots\dots\dots D = 1,33 + 1,26^{14-t} \\
 \text{Schlüpfungsreife} & \dots\dots\dots D = 4 + 1,26^{19-t}
 \end{array}$$

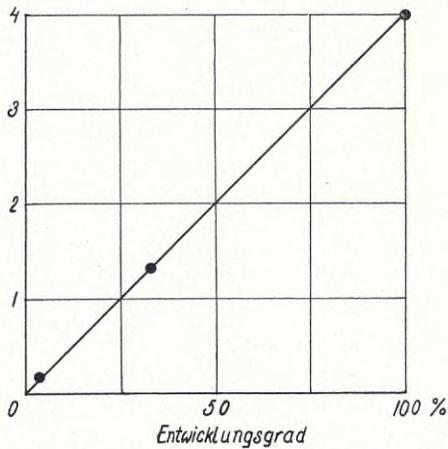


Textfig. 24. Entwicklungsdauer bis zum Schlüpfen. Eingetragen die Hyperbel  $D = \frac{120}{t}$ , d. h. die Kurve für 120 Tagesgrade. — Utvecklingstid till kläckning. Kurvan angiver 120 dygnsgrader.

Mit einer kleinen Abweichung für die Kurve des 16-Zellstadiums bedeuten diese Kurven, dass die relative Dauer der Stadien bei jeder Temperatur dieselbe ist. Ein solches Verhältnis ist zwar kein theoretisches Postulat — es ist z. B. gut möglich, dass Wachstums- und Differenzierungsprozesse mit verschiedenem Temperaturquotienten verlaufen (s. GABRIEL 1944). Jedoch möchte ich aus praktischen Gründen vorschlagen, dass das Alter der morphologischen Eistadien als Entwicklungsgrad und zwar in p. H. der Entwicklungsdauer bis zur Schlüpfungsreife ausgedrückt wird. Demnach wird es möglich, für jedes in p. H. ausgedrückte Stadium die Dauer der durchlaufenen und der bis zur Schlüpfungsreife noch fehlenden Entwicklung bei jeder Temperatur anzugeben. Die folgende Texttabelle



Textfig. 25. Entwicklungsdauer des 16-zell- und Myomerstadiums bzw. bis zum Schlüpfen. Exponentialkurven eingetragen. — Utvecklingstid för 16-cell- och myomerstadiet resp. till kläckning. Exponentialkurvor inlagda.



Textfig. 26. A der Formel  $D = A + 1.26^{B-t}$  im Verhältnis zum Entwicklungsgrad in Prozent beim Hecht, wenn  $D_{100} = 4 + 1.26^{19-t}$ . ● gefundene Werte.

gibt eine vorläufige Übersicht (hierzu Fig. 1—24, Tafel I). Ziemlich gute Übereinstimmung besteht mit den von NAKAI (1927) gegebenen Werten für *Leuciscus hakuensis*.

Stadium	Zeit nach Befr. bei 10° tid efter befr.	Entwicklungsgrad utvecklingsgrad		Variablen der Formel D = A + 1,26 <sup>B-t</sup>	
		Tagesgr. bei 10° dygnsgrader	%	A	B
2-Zell . . . . .	4 Std. (tim.)	1,7	1,4		
4-Zell . . . . .	5,5 »	2,2	1,9		
8-Zell . . . . .	7,5 »	3,1	2,6		
16-Zell . . . . .	9 »	3,8	3,2	0,17	2,5
Kuppel . . . . .	16 »	6,5	5,4		
Flache Kuppel . . . . .	40 »	17	14		
Kalotte . . . . .	2 Tage (dygn)	20	17		
Halbe Kappe . . . . .	2½ »	25	21		
Propfen . . . . .	3½ »	35	29		
Myomeren . . . . .	4 »	40	33	1,33	14
1. Embryostadium . . . . .	4—6 »	40—60	33—50		
2. » . . . . .	6—8½ »	60—85	50—70		
3. » . . . . .	8½—12 »	85—120	70—100		
Schlüpfungsreife . . . . .	12 »	120	100	4	19

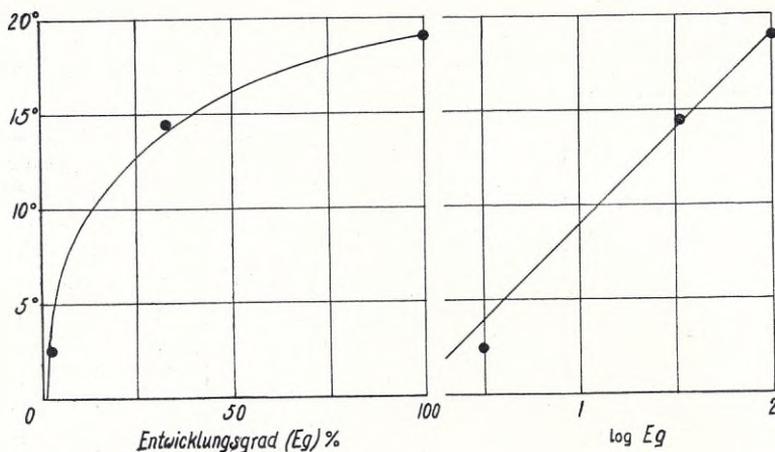
Nach meinen Werten, und wie ich die Entwicklungsdauer der Schlüpfung ausgedrückt habe, tritt das 16-Zellstadium bei 8° bei einem Entwicklungsgrad von 2,9 % auf, um bei höherer Temperatur bei etwa 4 % einzutreten. Die Ungenauigkeiten meiner Methodik gestatten es nicht, die Bedeutung dieser Abweichung zu klären.

Unter der Voraussetzung, dass ein absolut konstantes Zeitverhältnis der Stadien bei jeder Temperatur besteht, könnten die folgende Gleichungen angenommen werden:

Stadium	Entwicklungsgrad	Formel (D = A + 1,26 <sup>B-t</sup> )
16-Zell . . . . .	3,3 %	D <sub>3,3</sub> = 0,13 + 1,26 <sup>4-t</sup>
Myomer . . . . .	33 %	D <sub>33</sub> = 1,33 + 1,26 <sup>14-t</sup>
Schlüpfungsreife . . . . .	100 %	D <sub>100</sub> = 4 + 1,26 <sup>19-t</sup>

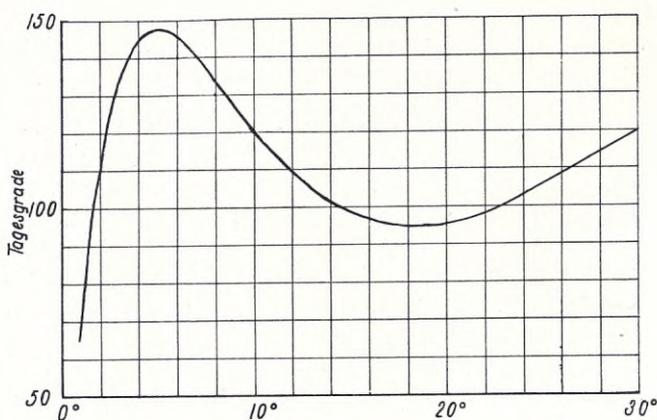
A und B können hier als Funktionen des Entwicklungsgrades ausgedrückt werden. Von D<sub>100</sub> = 4 + 1,26<sup>19-t</sup> ausgegangen, gilt für D<sub>n</sub> : A =  $\frac{4}{100}n$  (Textfig. 26) und B = 10 log n - t (Textfig. 27).

Die Entwicklungsdauer des Hechteies bis zum Schlüpfen wurde in der Literatur durch Werte von 80 (HOPKE 1938) bis zu und über 150 Tagesgrade angegeben (FREIDENFELT 1928, HEUSCHMANN 1940). Auf gute Versuche gestützt, gibt SCHÄPERCLAUS (1940) 108 Tagesgrade (103—138)

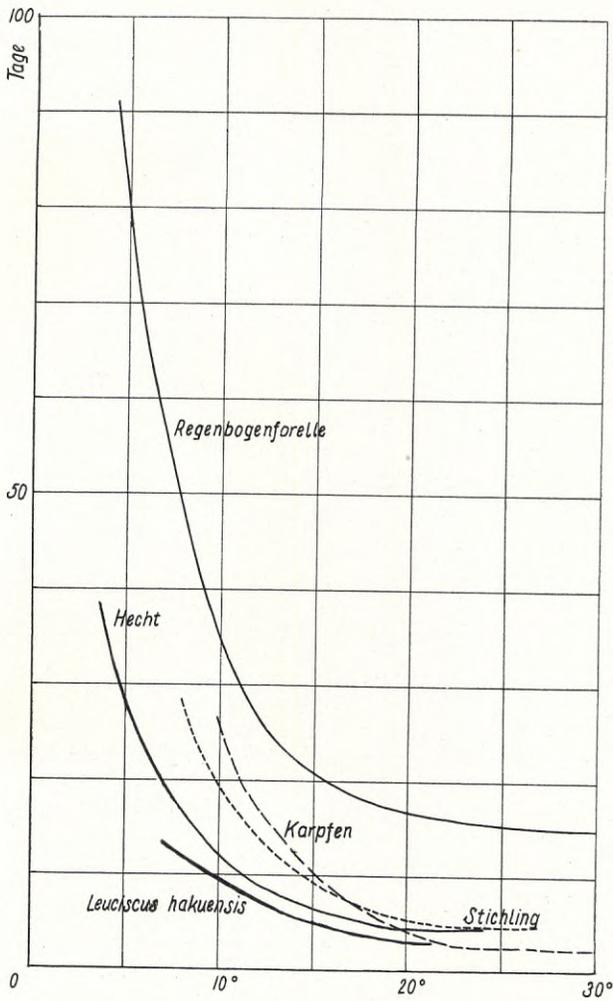


Textfig. 27. B der Formel  $D = A + 1,26^{B-t}$  im Verhältnis zum Entwicklungsgrad ( $Eg$ ) in Prozent sowie zu  $\log Eg$  beim Hecht, wenn  $D_{100} = 4 + 1,26^{19-t}$ . ● gefundene Werte. S. Text S.

bei etwa  $8^\circ$  an. Wirklich einwandfreie Versuche (s. oben) dürften nicht vorliegen, und zudem ist es theoretisch nicht richtig, die Entwicklungsdauer in Tagesgraden auszudrücken, wie aus dem oben Gesagten hervorgehen dürfte. Die Zahl der Tagesgrade schwankt mit der Temperatur (was auch SCHÄPERCLAUS bemerkt); Textfig. 28 stellt dieses Verhältnis dar, wenn wir von der gegebenen Formel für die Entwicklungsdauer bis zum Schlüpfen ausgehen.



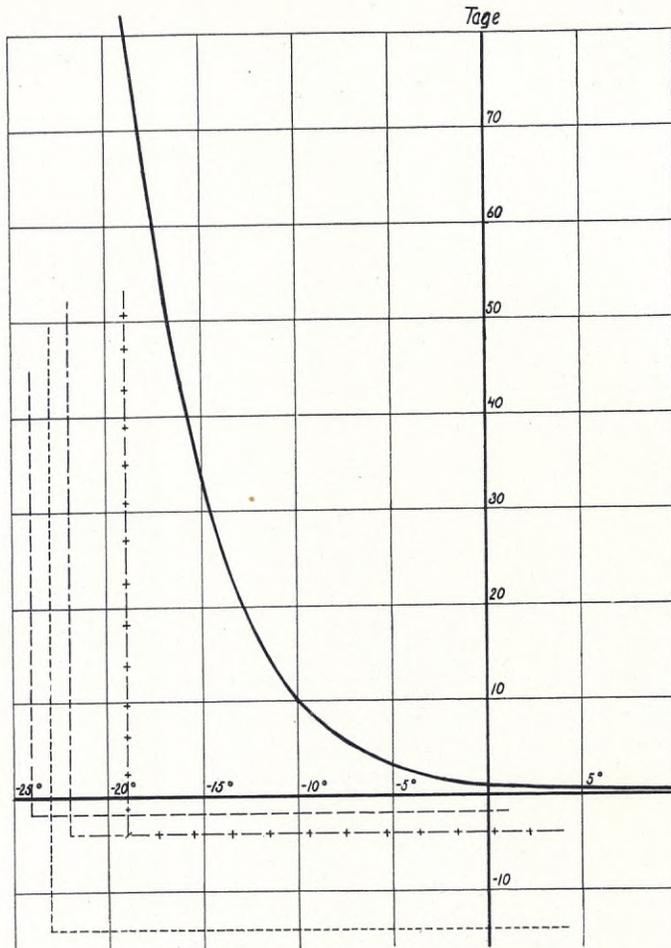
Textfig. 28. Berechnete Werte der Tagesgradzahl bei verschiedener Temperatur, wenn  $D_{100} = 4 + 1,26^{19-t}$ . — Beräknat värde för dygnsgradtalet vid olika temperatur.



Textfig. 29. Entwicklungsdauer der Eier verschiedener Fische. (Die Kurven sind, mit Ausnahme der des Stichlings, vom Verf. umgerechnet.)

<i>Leuciscus hakuensis</i>	NAKAI 1927	$D_{100} = 1,7 + 1,17^{22,5-t}$
Karpfen	YAMAMOTO 1933	$1,9 + 1,26^{23-t}$
Stichling	LEINER 1932	$4 + 1,26^{22-t}$
Hecht	Verf.	$4 + 1,26^{19-t}$
Regenbogenforelle	KAWAJIRI 1927 b	$15 + 1,26^{23-t}$

Utvecklingstiden för ägg av några olika fiskarter.



Textfig. 30. Die Exponentialkurve  $y=1,26^{-x}$ . Eingetragen die verschobene Koordinaten für die Entwicklungsdauer der Eier vom Hecht (-+-+-+), Stichling (-----), Karpfen (-----) und von der Regenbogenforelle (------).

Es muss indessen hervorgehoben werden, dass die Entwicklungsdauer der Hechteier sich nicht stau nach einer mathematischen Formel richten kann. Teils ist es wie schon hervorgehoben nicht richtig, das Schlüpfen, das in der Praxis als Endpunkt der Eientwicklung betrachtet wird, mit einem morphologischen Stadium zu vergleichen, teils müssen individuelle Variationen vorkommen, denken wir nur an die variable Eigrösse (s. ferner GABRIEL 1944). Eben diese Unsicherheit bei der Verwendung der theoretisch vielleicht richtigeren Formel, kann das Benutzen einer Tagesgradzahl zum praktischen Gebrauch bei der Fischzucht als berechtigt erscheinen

lassen und zwar für den Hecht 120 Tagesgrade. Sollte die Entwicklungstemperatur allzu sehr von  $10^{\circ}$  abweichen, kann eine entsprechende Korrektur der Textfig. 28 entnommen werden.

Von besonderem Interesse ist die Tatsache, dass die Formel für die Entwicklungsdauer der Hechteistadien mit der von LEINER für den Stichling angegebenen so gut übereinstimmt. Dasselbe gilt von einigen anderen Fischen, für welche eine entsprechende Formel aus veröffentlichten (japanischen) Untersuchungen berechnet wurde. Unten werden einige Arten angeführt (Textfig. 29):

	$D_{100}$	Autor
Hecht . . . . .	4 + $1,26^{19-t}$	Verf.
Stichling . . . . .	4 + $1,26^{22-t}$	LEINER 1932
Karpfen . . . . .	1,9 + $1,26^{24-t}$	nach YAMAMOTO 1933
Regenbogenforelle . . . . .	14 + $1,26^{23-t}$	» KAWAJIRI 1927 b
<i>Leuciscus hakuensis</i> . . . . .	1,7 + $1,17^{22,5-1}$	NAKAI 1927

In dem Masse, wie die Kurven richtig berechnet wurden, finden wir, dass sie alle, mit Ausnahme von der letzten, nur Teile einer und derselben Kurve ausmachen (Textfig. 30). Die Variable A, am grössten bei der Forelle, am kleinsten beim Karpfen und *Leuciscus*, dürfte von der Ei- oder Keimgrösse abhängen; sie drückt ja auch die kleinste theoretisch mögliche Entwicklungsdauer aus. Die Variable B dürfte die Temperatureinstellung der Entwicklung ausdrücken, wie sie im Laboratorium der Natur ausexperimentiert worden ist.

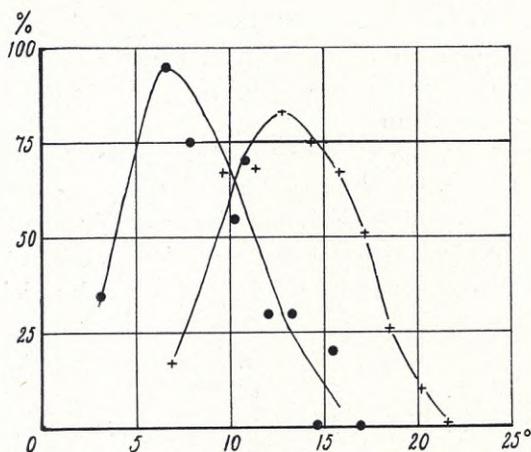
### c. Die Bedeutung der Umweltfaktoren.

#### 1. Temperatur.

Auch wenn man von der Bedeutung der Temperatur für die Entwicklungsgeschwindigkeit absieht, muss die Temperatur als einer der wichtigsten ökologischen Faktoren betrachtet werden. Wie immer bei der Einwirkung extremer Milieufaktoren haben wir es hier mit einem verwickelten Zusammenspiel zwischen Stärke und Dauer der Einwirkung zu tun. Wie wünschenswert es auch hätte sein können, diese Fragen an einem so geeigneten Material wie dem Hechtei zu untersuchen, so habe ich doch nur vereinzelte Versuche anstellen können.

#### *Temperaturextreme.*

Japanische Forscher haben die Einwirkung verschiedener Temperatur auf die Entwicklung untersucht. Die Textfig. 31 ergibt nach NAKAI (1927)



Textfig. 31. Schlüpfungsprozent bei verschiedener Temperatur bei *Leuciscus hakuensis* ● (n. NAKAI 1927) und *Salmo irideus* + (n. KAWAJIRI 1927 b). — Kläckningsprocent vid olika temperatur hos en japansk *Leuciscus*-art samt regnbågsforell.

und KAWAJIRI (1927 b) den Zusammenhang zwischen Entwicklungstemperatur und Schlüpfungsprozent bei einer japanischen *Leuciscus*-Art bzw. *Salmo irideus*. Eine entsprechende Untersuchung für den Hecht wäre erwünscht.

Die schädliche Einwirkung sehr *niedriger* Temperatur auf die Brütungsergebnisse wurde den Züchtern schon früh klar (SCHUCHARDT 1928, 1937; KANNEGIETER 1937, 1938; HOPKE 1938; viele schwedische Züchter), welche durch Erwärmung des Speisewassers die schädigenden Einflüsse der Nachtfröste zu vermeiden versucht haben. 4° scheint noch unschädlich zu sein, nach meinen Versuchen zu urteilen, zeitweise kann auch niedrigere Temperatur — 2° — ertragen werden. Einige Versuche zeigen bei konstant 3° Kälteschaden an der Dottermembran an. Nach SVÄRDSON (1946 und mündl. Mittel.) verlaufen bei niedriger Temperatur die Mitosen (evtl. auch die Meiosen) unregelmässig besonders in früheren Entwicklungsstadien. Eine Feststellung der kritischen Temperatur ist von ihm zu erwarten.

Bei einer Temperatur von konstant 5—6° werden in Schweden Hechteier erfolgreich erbrütet.

Bei Meeresfischen hat man Eientwicklung auch bei Temperatur unter dem Gefrierpunkt beobachtet (REIBISCH 1902).

Ein Versuch mit *hoher* Temperatur im Kalottenstadium (Drottningholm, 7. V. 1942) zeigte, dass kurzer Aufenthalt im Wasser von 27—30—33° scheinbar nicht schädlich wirkte. Bei 36° wurden einzelne Eier mit

ingesunkenem Dotter beobachtet, bei 39° wiesen etwa 1 % und bei 42° 100 % diesen Schaden auf.

Die Versuche über die Entwicklungsgeschwindigkeit wurden auch bei 24° ausgeführt. Hier nahm die Entwicklung nur ½ Tag normalen Verlauf, um im Kuppelstadium mit eingesunkenem Dotter und Auflösung des Keims aufzuhören. Bei 22° starben nach einem Tage mehr als 80 % der Eier, und nur etwa 5 % wurden zur Schlüpfung gebracht; die Larven waren schwach und vielleicht nicht entwicklungsfähig. Wenn also Berichte über Hechtbrütung bei 22° vorliegen (KANNEGIETER 1937), dürfte die obere Grenze erreicht sein.

### *Temperaturschwankungen.*

Das Hechtei ist gegen Temperaturschwankungen besonders unempfindlich. Diesbezügliche Versuche sind früher von KANNEGIETER (1937) ausgeführt worden.

Selbst verfuhr ich so, dass Schälchen mit Versuchsportionen in der oben beschriebenen Apparatur (S. 56) täglich während 1 Stunde einer 10° höheren bzw. niedrigeren Temperatur ausgesetzt wurden. Der Temperaturengleich erforderte etwa ½ Stunde. Bei 8° Bruttemperatur wurde eine 1-stündige Einwirkung von 18° geprüft, bzw. von 13° bei etwa 3°. Im ersteren Falle wurde an verschiedenen Eiportionen täglich bis zu etwa 50 % Entwicklungsgrad geprüft, im letzteren Falle täglich bis zum Schlüpfen. Nie wurden Schäden oder vermehrte Sterblichkeit beobachtet, welche auf eine Schädlichkeit der benutzten Temperaturamplitude deuten konnten. Ausgedehnte und systematische Versuche unter Berücksichtigung von Schädigungen des sich entwickelnden Keimes wären auf diesem Gebiet erwünscht. Fest steht jedoch, dass die Unempfindlichkeit des Hechteies bezüglich Temperaturextremen und Temperaturschwankungen beträchtlich ist.

## 2. Sauerstoffdruck.

Erst muss darauf hingewiesen werden, dass der Sauerstoff bei physiologisch eingerichteten Versuchen als Sauerstoffdruck anzugeben ist, z. B. in mm Hg. Die Tabelle 20 gibt das Verhältnis Sauerstoffdruck, Sauerstoffgehalt und Temperatur bei Süßwasser an.

Für die Sauerstoffabhängigkeit eines Organismus gilt es zunächst, die wichtige Grenze festzustellen, die man den kritischen Druck nennt, d.h. denjenigen Sauerstoffdruck im Milieu, bei welchem der Sauerstoffbedarf unter den herrschenden äusseren und inneren Bedingungen eben gedeckt werden kann. Der Sauerstoffgehalt des Wassers muss also grösser als der kritische Druck sein, um eine vollständige Aerobiose zu gestatten.

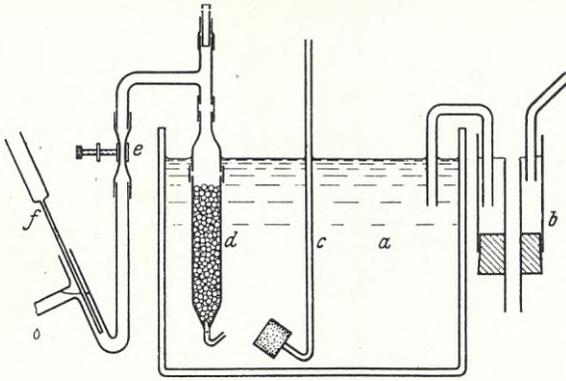
Tabelle 20.

Sauerstoffgehalt in ccm/l und mg/l bei verschiedenem Sauerstoffdruck  
in mm Hg und einer Temperatur von 0, 5, 10, 15, 20 bzw. 25° C.

Ausgangswerte n. CZENSNY 1943. 160 mm Hg = 100 % Sättigung.

— Syrgashalt i ccm/l och mg/l vid olika syrgastryck  
i mm Hg och olika temperatur.

Sauerstoff- druck Syrgastryck mm Hg	Sauerstoffgehalt in ccm / l Syrgashalt i ccm / l					
	0°	5°	10°	15°	20°	25°
10	0,64	0,56	0,50	0,45	0,40	0,37
20	1,28	1,12	0,99	0,89	0,81	0,73
30	1,92	1,68	1,49	1,34	1,21	1,10
40	2,56	2,24	1,99	1,78	1,61	1,47
50	3,20	2,80	2,48	2,23	2,01	1,83
60	3,84	3,36	2,98	2,67	2,42	2,20
70	4,48	3,92	3,48	3,12	2,82	2,56
80	5,13	4,49	3,98	3,57	3,22	2,93
90	5,77	5,05	4,47	4,01	3,62	3,30
100	6,41	5,61	4,97	4,46	4,03	3,66
110	7,05	6,17	5,47	4,90	4,43	4,03
120	7,69	6,73	5,96	5,35	4,83	4,40
130	8,33	7,29	6,46	5,79	5,23	4,76
140	8,97	7,85	6,96	6,24	5,64	5,13
150	9,61	8,41	7,45	6,68	6,04	5,49
160	10,25	8,97	7,95	7,13	6,44	5,86
	Sauerstoffgehalt in mg / l Syrgashalt i mg / l					
10	0,92	0,80	0,71	0,64	0,57	0,52
20	1,83	1,60	1,42	1,27	1,15	1,05
30	2,75	2,40	2,13	1,91	1,72	1,57
40	3,66	3,20	2,84	2,55	2,30	2,09
50	4,58	4,00	3,55	3,18	2,87	2,62
60	5,49	4,80	4,26	3,82	3,45	3,14
70	6,41	5,60	4,97	4,45	4,02	3,66
80	7,32	6,41	5,68	5,09	4,60	4,19
90	8,24	7,21	6,38	5,73	5,17	4,71
100	9,15	8,01	7,09	6,36	5,74	5,23
110	10,07	8,81	7,80	7,00	6,32	5,75
120	10,98	9,61	8,51	7,64	6,89	6,28
130	11,90	10,41	9,22	8,27	7,47	6,80
140	12,81	11,21	9,93	8,91	8,04	7,32
150	13,73	12,01	10,64	9,54	8,62	7,85
160	14,64	12,81	11,35	10,18	9,19	8,37

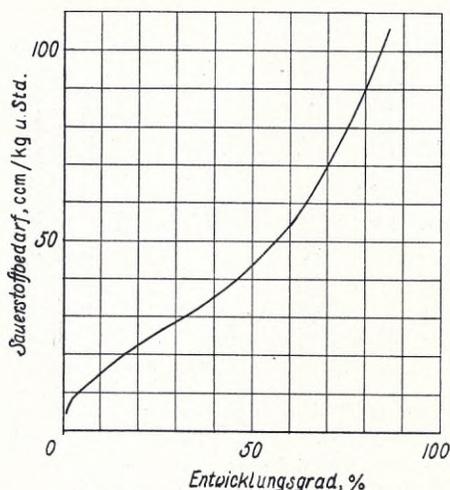


Textfig. 32. Apparatur zur Bestimmung des Sauerstoffverbrauches der Hechteier. *a* Versuchswasser, durch *b* auf konstantem Niveau gehalten, *c* Gaszufuhr zwecks Herstellung des gewünschten Sauerstoffdruckes, *d* Brutglas in Miniatur mit 300 oder 400 Hechteiern, *e* Schraubhahn für Einstellung eines geeigneten Wasserdurchflusses (etwz 2—3 ccm/Min.), *f* Probenahme mit der Spritzenpipette. N. LINDROTH 1942 a. — *Apparatur för bestämning av gäddrommens syrgasförbrukning.*

Tabelle 21.

Sauerstoffbedarf der Hechteier. Nach LINDROTH 1942 (Drottningholm 1941) sowie späteren Versuchen (Drottningholm 1943; kursivierte Werte). — *Gäddäggens syrgasbehov.*

Entwicklungsgrad <i>Utvecklingsgrad</i> %	Eigewicht <i>Äggvikt</i> g/St.	t°	Sauerstoffverbrauch <i>Syrgasbehov</i>	
			ccm/St. u. Std. <i>ccm/st. o. timme</i>	ccm/kg u. Std. <i>ccm/kg o. timme</i>
2 (4-Zell) . .	0,0108	12	0,00006	6
—10— (Kuppel) .	0,0108	20	0,00021	19
35 . . . . .	0,0108	10	0,00024	22
		15	0,00031	29
		20	0,00041	38
55 . . . . .	0,0108	5	0,00024	22
		14	0,00050	46
		23	0,00080	74
55 . . . . .	<i>0,0112</i>	17	<i>0,00057</i>	<i>51</i>
75 . . . . .	<i>0,0112</i>	19	<i>0,00131</i>	<i>108</i>
85 . . . . .	<i>0,0112</i>	18	<i>0,00138</i>	<i>123</i>



Textfig. 33. Sauerstoffbedarf des Hechteies in verschiedenem Entwicklungsgrad und bei 15°. Der Zahlenwert des Bedarfes in ccm/kg u. Std. drückt zufälligerweise auch den Sauerstoffdruckbedarf in mm Hg aus. — *Gäddäggets syrgasbehov i olika utvecklingsgrad och vid 15°. Behovets talvärde i ccm/kg och timme uttrycker av en händelse även syrgastryckbehovet i mm Hg.*

Indessen muss auch berücksichtigt werden, dass die Organismen eine mehr oder weniger entwickelte Fähigkeit besitzen, niedrigen Sauerstoffdruck zu ertragen, welcher unter dem kritischen liegt. Eine Zweiteilung des Themas in (vollständige) Aerobiose bzw. (partielle) Anaerobiose ist demnach zweckmässig.

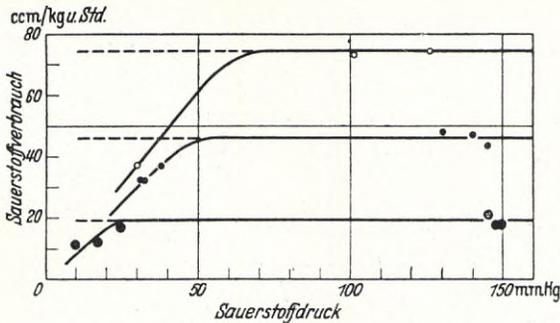
#### *Aerobiose.*

Werte über die Sauerstoffaufnahme des Hechteies habe ich früher veröffentlicht (1942). Die Methodik geht aus Textfig. 32 hervor; erhaltene Werte aus der Tabelle 21. Die Textfig. 33 zeigt schematisch die Grösse des Sauerstoffbedarfes (= des Sauerstoffverbrauchs unter optimalen Bedingungen) beim Hechtei in verschiedenen Stadien und bei 15°.

Werte, die früher nicht veröffentlicht wurden, sind in der Tabelle kursiv angegeben. Sie schliessen sich den älteren Werten besonders gut an und bestätigen den damals nicht sichergestellten Teil der Kurve.

Es ist hervorzuheben, dass der Sauerstoffbedarf mit der fortschreitenden Entwicklung nicht gleichmässig ansteigt. Von TRIFONOVA *et al.* (1939) konnte am Lachsei gezeigt werden, dass die Steigerung des Sauerstoffbedarfes eine sprunghafte ist.

Stellt man den Sauerstoffverbrauch bei sinkendem Sauerstoffdruck fest;



Textfig. 34. Sauerstoffverbrauch im Verhältnis zum Sauerstoffdruck bei Hechteiern mit verschiedenem Sauerstoffbedarf. N. LINDROTH 1942 a. — *Syrgasförbrukning i förhållande till syrgastryck vid olika syrgasbehov.*

erreicht man den Punkt, bei welchem der Verbrauch nicht mehr dem Bedarf entspricht; man hat den kritischen Druck bestimmt. Dieser Druck kann auch als Mass für die Effektivität der sauerstofftransportierenden Mechanismen eines Eies betrachtet werden. Wenn nämlich bei einem bestimmten Bedarf, z. B. 50 ccm/kg u. Std., der kritische Druck 50 mm Hg beträgt (vgl. Textfig. 34), bedeutet dies nur, dass bei diesem Sauerstoffdruck im Wasser höchstens 50 ccm Sauerstoff pro kg und Stunde ins Hechtei hintransportiert werden kann.

Der kritische Druck schwankt, wie aus den Werten hervorgeht, beinahe geradlinig mit dem Sauerstoffbedarf und zwar ohne Rücksicht auf das Stadium der Versuchseier. Zufälligerweise gibt der Sauerstoffbedarf, in ccm/kg u. Std. ausgedrückt, auch den entsprechenden kritischen Druck in mm Hg an. Ich möchte von einem Sauerstoffdruckbedarf sprechen (der häufig und nicht ganz klar „Sauerstoffbedarf“, „Sauerstoffbedürfnis“, usw. genannt wird).

Der Sauerstoffdruckbedarf steigt somit mit dem Entwicklungsgrad und bei einem und demselben Stadium mit der Temperatur an. Besonders muss auf den hohen kritischen Druck der späteren Stadien und unmittelbar vor der Schlüpfung hingewiesen werden. Dies dürfte ökologisch bedeutsam sein und ist auch bei der künstlichen Hechtzucht von Wichtigkeit.

Das Verhältnis von Sauerstoffbedarf zum Sauerstoffdruckbedarf (kritischem Druck) drückt auch das Verhältnis Sauerstoffdruck im Milieu zur Effektivität des Sauerstofftransportes aus. Offensichtlich ist diese Effektivität während des ganzen Eilebens annähernd dieselbe. Sie wird bedingt von der Diffusion durch die Eischale und im Eiinnern sowie durch Flüssigkeitsverschiebungen im Ei. Hier ist die früh einsetzende Rotationsbewegung (vgl. KUHL 1939) sowie später — nach etwas mehr als 50 % Entwicklungs-

grad — der Blutkreislauf zu nennen. Da die Transporteffektivität trotz dieser Veränderungen im Eiinnern ziemlich konstant bleibt, ist zu vermuten, das der Diffusionsvorgang — und zwar die Diffusion durch die Eikapsel — das bestimmende Glied in der Transportkette dargestellt.

#### *Anaerobiose.*

Ein Fischei ist aber durch die blosse Senkung des Sauerstoffdruckes unter den kritischen nicht zum Untergang verurteilt. Es besitzt eine beträchtliche Fähigkeit, Sauerstoffmangel zu ertragen.

Schon LOEB (1894, 1895) zeigte, dass Fischeier auch ohne Sauerstoff einer beschränkten Weiterentwicklung fähig wären, und dass sie nach dem Stillstand der Entwicklung beim Wiederherstellen guter Atmungsbedingungen sich wieder zu entwickeln vermochten. Bei *Fundulus* soll das Ei gleich nach der Befruchtung 4 Tage Anaerobiose ertragen, ohne sein Entwicklungsvermögen zu verlieren; in einem Stadium mit entwickeltem Kreislaufsystem betrug die entsprechende Zeit nur 1 Tag.

Auch die Abhängigkeit der Herztätigkeit vom Sauerstoffdruck wurde von LOEB untersucht; er beobachtete, wie die Kontraktionen bei Sauerstoffmangel allmählich sistierten, um bei Sauerstoffzufuhr wieder einzusetzen.

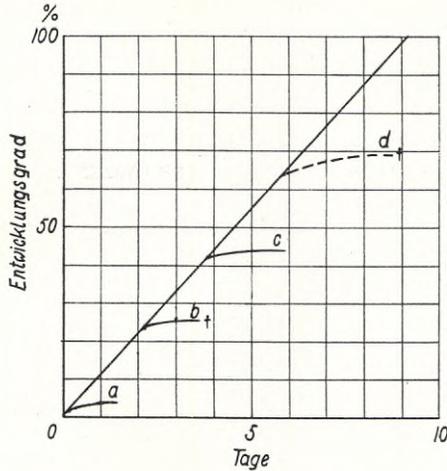
An *Ctenolabrus*-Eiern fand LOEB, dass die Wände schon gebildeter Zellen bei Sauerstoffmangel sich zurückbildeten.

Der Einfluss von Sauerstoffmangel auf schlüpfende Forellenlarven wurde von WILLER (1928, 1933) und in bescheidenem Masse vom Verf. (1942 b) behandelt. Eine Entwicklungshemmung kommt dabei zum Vorschein.

Was das Hechtei betrifft, konnte ich in vielen sowohl absichtlich angeordneten als auch unabsichtlichen Versuchen feststellen, dass Sauerstoffmangel die Entwicklung hemmte.

In einem Versuch wurden Eiportionen während 6 bzw. 12 Stunden (frühere bzw. spätere Stadien) in Wasser mit einem Sauerstoffdruck unter 20 mm Hg eingetaucht. Neubefruchtete Eier entwickelten sich hier nur bis zum 2-Zellstadium, die Kontrolleier zum 4-Zellstadium. Auch später wurde eine entsprechende Verzögerung beobachtet. In älteren Stadien sistierten die Herzkontraktionen, welche jedoch nach Wiederherstellung guten Sauerstoffmilieus rasch, in einem Falle binnen 8 Minuten, wieder begannen. Im Kuppelstadium wurden einige Fälle beobachtet, wo der Keim zur Abschnürung neigte.

In einem andersartigen Versuch wurden aus einer Befruchtung Teilportionen sogleich bzw. nach 25, 45 und 60 % Entwicklungsgrad in ein Wasser eingesetzt, dessen Sauerstoffdruck nur einige mm betrug. Temperatur etwa 13°. Ergebnis s. Textfig. 35. Die Entwicklungshemmung ist augenfällig. In



Textfig. 35. Entwicklungshemmung bei Sauerstoffmangel. (Tabelle 22.) — *Utvecklingshämning vid syrgasbrist. Se tabell 22.*

der jüngsten Versuchsportion waren die 4—16-Zellstadien durch besonders flache, „ausfliessende“ Zellen gekennzeichnet, ohne dass sie die normale Kuppelkontur bildeten. Der Keim wurde allmählich diffus ohne Zellwände, und das ganze Ei ähnelte unreifen Eiern, die als *us* usw. bezeichnet wurden (s. S. 45). Ähnliche Rückbildungen wurden auch in späteren Stadien beobachtet.

In den Embryostadien werden erstickte Eier vor allem dadurch gekennzeichnet, dass die Organbildung hinter dem Längenzuwachs zurücktritt. Solche langen, schlanken Embryonen fand ich oft in meinen Versuchsschalen, wo die Eier von anderen Eiern überlagert wurden. Offenbar genügte die dadurch entstandene Wasserstagnation, um Erstickungssymptome an den darunterliegenden Eiern hervorzurufen.

Erstickte Eier sind, wie ja LOEB zeigte, einer gewissen Weiterentwicklung fähig, wenn sie wieder gut atmen können. Dass dies auch vom Hechtei gilt, habe ich konstatieren können, ohne diese Frage näher zu untersuchen.

Aus ökologischem Gesichtspunkt ist die Frage von grösster Wichtigkeit, welchen Grad und welche Dauer von Sauerstoffmangel die Hechteier bei verschiedener Temperatur und in verschiedenen Stadien zu ertragen vermögen. Ich möchte annehmen, dass künftige Untersuchungen über dieses Thema ergeben, dass eine bestimmte Grösse des Sauerstoffdefizits und entsprechende Anhäufung schädlicher, „nichtoxydierter“ Stoffwechselprodukte entscheidend sind. Der Sauerstoffdruckbedarf (kritischer Druck) könnte demnach solange unterschritten werden, bis das Produkt von Zeit und

Tabelle 22.

Einfluss von Sauerstoffmangel auf die Eier. Hecht ♀ 28 wurde am 20. V. 11<sup>05</sup> befruchtet und Eiportionen bei 0, 25, 45 und 60 % Entwicklungsgrad beinahe vollständigem Sauerstoffmangel ausgesetzt. (Drottningholm 1942.) — *Inverkan av syrgasbrist på rom.*

Uhrzeit	t°	A	B	C	D	Kontrolle
20. V. 11 <sup>05</sup>	—	sofort in O <sub>2</sub> -armes Wasser				
16 <sup>20</sup>	13	2-Zell angelegt	—	—	—	4-Zell
18 <sup>30</sup>	14	4-Zell	—	—	—	16-Zell
21. V. 9 <sup>15</sup>	12,5	flache 16-Zell	—	—	—	Zellkuppel
18 <sup>00</sup>	13	Keim diffus Eier »unge- schw.»	—	—	—	Kalotte
22. V. 10 <sup>00</sup>	12,5	Ebenso	—	—	—	Kappe
15 <sup>30</sup>	—	—	50 Eier in 0,1 ccm/1 O <sub>2</sub>	—	—	<sup>2</sup> / <sub>3</sub> Kappe
23. V. 9 <sup>30</sup>	—	—	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> — <sup>3</sup> / <sub>4</sub> Kappe	—	—	Myomeren
17 <sup>30</sup>	13,5	—	Ebenso	—	—	M. — Embryo 1
24. V. 8 <sup>00</sup>	13,5	—	Tot	50 Eier in O <sub>2</sub> -armes Wasser	—	Embryo 1
25. V. 9 <sup>30</sup>	12,5	—	—	Embryo 1	—	Embryo 2
26. V. 9 <sup>30</sup>	14	—	—	ebenso (4 tot)	50 Eier in O <sub>2</sub> -armes Wasser	Embryo 2
29. V. 14 <sup>50</sup>	14	—	—	—	tot (Embryo 2?)	Schlüpfen beg.

Sauerstoffbedarf minus dem herabgesetzten Sauerstoffverbrauch einen bestimmten Wert erreicht hätte. Da wir gefunden haben, dass der Verbrauch (unter dem kritischen Druck) bei allen Stadien dem Druck beinahe proportional ist (S. 75), der Sauerstoffbedarf aber mit der Temperatur und dem Entwicklungsgrad ansteigt, muss der Befund von LOEB besonders natürlich erscheinen, dass ältere Eistadien gegen Sauerstoffmangel mehr empfindlich sind.

Irgend ein Wert für die Widerstandsfähigkeit der Hechteier gegen Erstickung will ich nicht geben; ich möchte nur annehmen, dass vollständiger Sauerstoffmangel in den frühesten Stadien bis zu <sup>1</sup>/<sub>2</sub> Tag ertragen wird, spä-

ter nur einige Stunden. Ist der Sauerstoffmangel nur partiell, sind die Werte entsprechend höher. Die Temperatur übt selbstverständlich einen wichtigen Einfluss aus.

### 3. Wasserstoffionenkonzentration.

Versuche über Entwicklung bei verschiedener Wasserstoffionenkonzentration wurden nicht ausgeführt.

### 4. Salzgehalt.

In destilliertem Wasser entwickeln sich Hechteier gut, wenigstens bis zum Kalottenstadium; länger wurden sie im Versuch nicht verfolgt. (Vgl. LOEB 1910; *Fundulus*.)

Versuche zeigen, dass Hechteier in salzigem Wasser bis etwa 10 ‰ Salzgehalt zur Schlüpfung gebracht werden können. Bei den betreffenden Versuchen wurde die Befruchtung mit Süßwasser durchgeführt. Das Schlüpfungsprozent war allerdings ziemlich niedrig.

Befruchtungsanalysen von Eiportionen nach Befruchtung in salzigem Wasser zeigen in verschiedenem Umfang aber regelmässig das Vorkommen besonderer Eischäden, die ich als spezifische Salzfehler ansehen möchte. Im Kuppelstadium (das bei den fraglichen Analysen meistens zur Untersuchung kam) äussern sie sich teils als Unregelmässigkeiten des Keimes mit partieller oder totaler Abschnürung vom Dotter, Lobierung oder Zerfall, teils als partielle Furchung des Keimplasmas, wovon ein grösserer oder kleinerer Teil ungefurcht bleibt (s. Fig. 32—34 Tafel II). Das Auftreten solcher Salzfehler geht aus einigen Tabellen hervor (16—18). Es erscheint glaubhaft, dass bei gesteigertem Salzgehalt die Zahl der salzgeschädigten Eier zunimmt, wenn auch das vorhandene Material ein solches Verhältnis nicht eindeutig in Erscheinung treten lässt.

Auch spätere Entwicklungsstadien werden durch Salzwasser schädlich beeinflusst. So konnten in einer Hechtbrutanstalt, die durch Ostseewasser gespeist wurde, und wo das Befruchtungsprozent der betreffenden Brutsaison niedrig war, deformierte und zurückgebliebene Embryonen bis zu einer Zahl von 50 % der entwickelten Eier beobachtet werden. Der Salzgehalt betrug 6,8 ‰.

Die oben erwähnte partielle Furchung (und die anderen Salzfehler) habe ich nur dreimal bei Süßwasserhechten gefunden, von denen ich mehrere Zehntausende von Eiern untersucht habe. (Dazu kommt ein Mälarsee-Hecht; Tab. 6. Ich möchte annehmen, dass es sich in diesem Falle um einen aufgewanderten Brackwasserhecht handelt.) Bei der Befruchtung von so-

wohl Süßwasser- wie auch Brackwasserhechten in salzigem Wasser treten regelmässig Salzfehler auf.

Eigentümlich ist die Tatsache, dass Salzfehler auch auftreten, wenn Brackwasserhechte in Süßwasser befruchtet werden. Oft ist gleichzeitig das Befruchtungsprozent niedrig (Tab. 18). Ausserhalb des Mutterfisches sind diese Eiportionen mit salzigem Wasser nicht in Berührung gekommen, jedoch müssen sie durch das salzige Medium des Mutterhechtes beeinflusst sein. Zur Klärung dieser Frage wären weitere Untersuchungen erwünscht.

### 5. Licht.

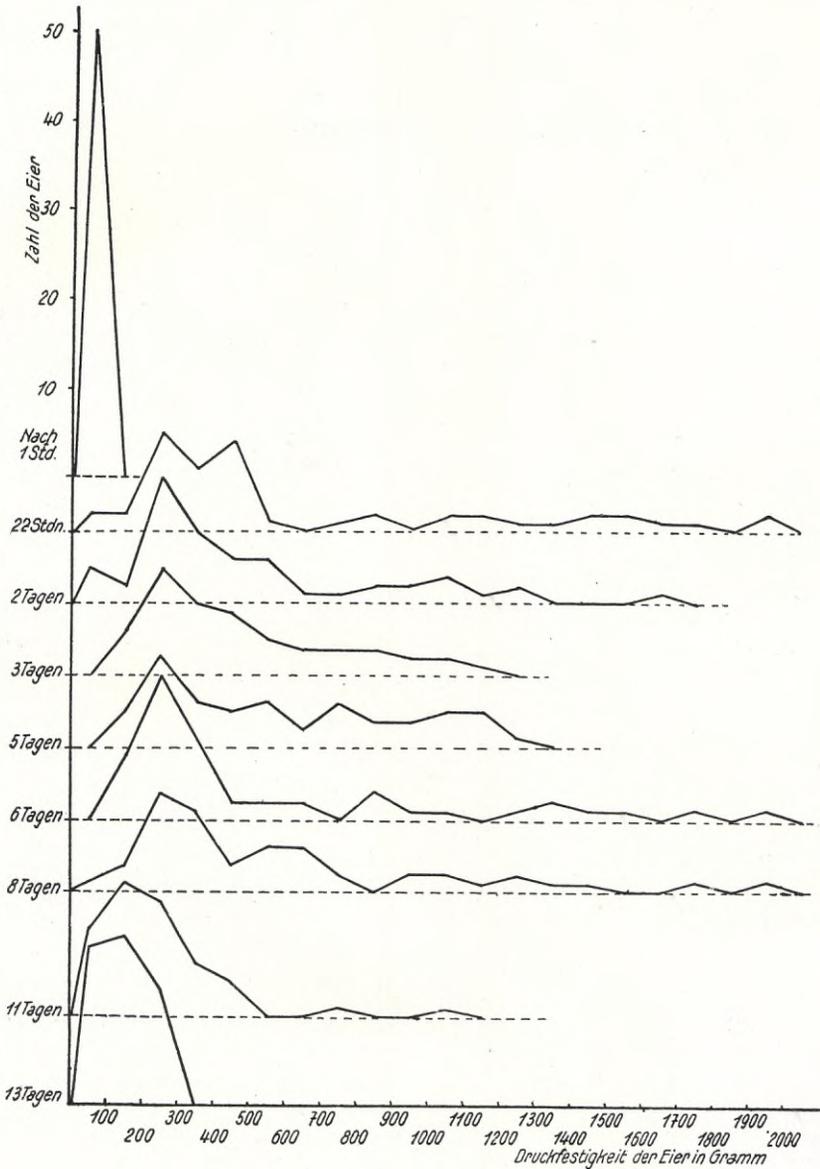
Bei einem Brutversuch in Miniaturgläsern (Textfig. 50) wurden Eier eines Weibchens (♀ 44, 5. V. 1942, Drottningholm) auf mehrere Gläser verteilt, wovon eines ganz im Dunkeln gehalten wurde. Bei Kontrolle nach drei Tagen wurde hier keine Verzögerung beobachtet, und die Schlüpfung fand in allen Gläsern am 16. Mai statt. Für die Eicentwicklung an sich dürfte das Licht bedeutungslos sein (vgl. unten betr. der Schlüpfung).

Dasselbe Ergebnis finden JOHANSEN und KROGH (1914) für die Scholle. WILLER dagegen (1928) gibt für die Forelle eine *hemmende* Wirkung des Lichtes an. Wenn dieses Ergebnis auch vergleichend ökologisch einleuchtend sein kann, so hat es mich doch überrascht. Bei den zwei Belegversuchen wurden Forelleneier in sauerstoffarmen Wasser gebrütet; der Sauerstoffdruck muss den kritischen Druck unterschritten haben. Dabei können auch kleine Unterschiede im Sauerstoffdruck — Sauerstoffwerte liegen für die Versuchskästen nicht vor — Verschiedenheiten der Entwicklungsgeschwindigkeit bewirkt haben und die Differenz der Schlüpfungszeit (3 Tage) erklären (vgl. S. 89). Die Versuche sind im Wasser, dessen Sauerstoffdruck dauernd über dem kritischen liegt (s. LINDROTH 1942 b), zu wiederholen.

### 6. Mechanische Eingriffe.

Äussere mechanische Eingriffe können ein Fischei schematisch in dreierlei Weise beeinflussen:

1. Die Eischale zerbricht, das Ei platzt.
2. Die Dottermembran, ob nun von Zellgewebe umwachsen oder nicht, zerbricht oder wird geschädigt. Die Salze, die das Dottereiweiss in Lösung halten, diffundieren heraus (wenn das Wasser nicht ziemlich salzig ist), und das Eiweiss fällt aus. Das Ei wird ganz oder partiell opak, weiss.
3. Der Keim wird geschädigt. Missbildung von Embryo, Brut und evtl. aufwachsendem Fisch.



Textfig. 36. Druckfestigkeit des Hechteies in verschiedenem Entwicklungsstadium. N. SCHÄPERCLAUS 1940. Schlüpfung am 13. Tag. — Gäddäggets tryckhållfasthet enl. SCHÄPERCLAUS 1940. Kläckning på 13:de dagen.

*Druck.*

Druck kann das Ei zum Platzen bringen, oder auch — wenn ersteres nicht geschieht — nur die Dotterhülle schädigen.

Versuche an Forelleneiern von HEIN (1907 b) zeigen eine grosse Widerstandsfähigkeit der Dotterhülle gegen Druck: erst bei einem Druck von 1 kg während 3 Minuten wurden sie zu 100 % weiss. (S. auch GRAY 1932.)

HEIN hat auch den zum Platzen des Forelleneies erforderlichen Druck untersucht (1907 a) und dabei im wesentlichen dasselbe Ergebnis erhalten, wie nach ihm SCHÄPERCLAUS (1940). Dieser Forscher hat auch eingehend die Druckfestigkeit des Hechteies untersucht. Textfig. 36 gibt sein Versuchsergebnis wieder. Es ist ersichtlich, dass die Druckfestigkeit der befruchteten Eier (wenigstens bei der Forelle auch der unbefruchteten; s. SCHÄPERCLAUS, Tab. 5) nach dem Benetzen wesentlich gesteigert ist (vgl. die Eikapselhärtung, S. 27) um gegen das Ende der Eientwicklung wieder abzunehmen. Die biologische Bedeutung dieses Verhältnisses ist ohne weiteres klar.

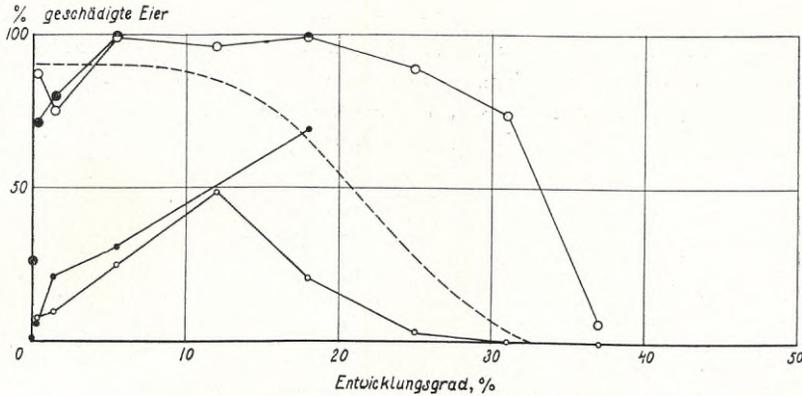
*Stoss.*

Der Einfluss von Stoss auf Fischeier wurde zuerst von HEIN (1907 b; Forelle) und später vor allem von ROLLEFSEN (1930, 1932; Dorsch) untersucht. (S. auch HATA 1927, 1929, *Oncorhynchus*; DEVOLD 1935, Scholle; LINDROTH 1942 b, Lachs.)

Die Stossempfindlichkeit des Hechteies wurde mit einer Methodik untersucht, die der von ROLLEFSEN für Dorsch benutzten ähnelt und von mir für Lachs zur Anwendung kam.

Aus Miniaturbrutgläsern mit befruchteten bzw. unbefruchteten Eiern, die bei 8° ihre Entwicklung vollzogen, wurden von Zeit zu Zeit Versuchsportionen geholt. Unter der Lupe wurden ungeschädigte Eier in einer Pipette aufgesogen und aus verschiedenen Fallhöhen — 5 bis 100 cm — in ein emalliertes Gefäss getropft. Die Kontrolle wurde später unter der Lupe ausgeführt. Ein Schaden gibt sich dadurch zu erkennen, dass die Dottermembran mehr oder weniger eingesunken ist, was mit einer verschieden umfangreichen Koagulation des Dottereisweisses einhergeht. Es mag vielleicht erwähnt werden, dass bei mässiger Fallhöhe das Weisswerden der Eier rascher eintrat, während bei den höchsten Fallhöhen die Eier mit ganz eingesunkenem Dotter länger klar blieben.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Es ist dies so zu erklären, dass bei kleinen Schäden anfänglich nur *kleine* Dottermengen in den perivitellinen Raum heraustreten, wo die Verdünnung zu einem sofortigen Globulinausfall genügt. Mischt sich dagegen bei grösseren Schäden die ganze Dottermasse mit der perivitellinen Flüssigkeit so erfolgt ein Globulinausfall erst als Folge einer Exosmose der dispergierenden Salze aus der Eikapsel heraus.



Textfig. 37. Stossempfindlichkeit des Hechteies in verschiedenem Entwicklungsgrad. Geschädigte Eier in Prozent nach einem Fall von 5 (○ und ●) bzw. 50 (○ und ●) cm Höhe bei befruchteten (○ und ○) bzw. unbefruchteten (● und ●) Eiern. S. Tabelle 23. Gebrochen die Kurve für überwachsene Dotteroberfläche in Prozent von der gesamten Dotteroberfläche (grob geschätzt). — *Gäddäggets stötkänslighet*.

Das Ergebnis der Fallversuche ist am besten der Textfig. 37 und der Tabelle 23 zu entnehmen.

Frisch gestreifte Eier sind gegen Stoss ziemlich unempfindlich; 100 cm Fallhöhe ergab etwa 50 % Verluste.

Halbgeschwollene, befruchtete Eier (0,25 % Entwicklungsgrad) waren schon wesentlich empfindlicher. Diese Empfindlichkeit erreicht bei etwa 15 % Entwicklungsgrad (Flache Kuppel bis Kalotte) ihr Maximum, wo schon 5 cm Fallhöhe 50 % Schaden gibt. Später tritt eine erstaunliche Unempfindlichkeit ein; bei 50 % Entwicklungsgrad gibt 100 cm Fallhöhe nur wenige % geschädigte Eier.

Wir finden, dass Hechteier ebenso wie die Eier von anderen untersuchten Fischarten ein Empfindlichkeitsmaximum besitzen, das in die erste Hälfte der Entwicklung fällt, wenn die Dotterhülle offenbar äusserst leicht zu verletzen ist. ROLLEFSEN (1932) will die abnehmende Empfindlichkeit mit dem Überwachsen des Dotters durch zelluläres Gewebe in Zusammenhang bringen. Dies erklärt aber an und für sich nicht die anfängliche Unempfindlichkeit des geschwollenen Eies, und zudem fand ich bei Lachs die Empfindlichkeit am grössten wenn das Umwachsen des Dotters eben vollendet war (LINDROTH 1942 b, Fig. 3). Für den Hecht könnte die Erklärung ROLLEFSSENS besser stimmen; hier geht nämlich die zunehmende Unempfindlichkeit mit dem Umwachsungsprozess parallel.

Die Stossempfindlichkeit des unbefruchteten Eies wird unten (S. 86) behandelt.

Tabelle 23.

Stossempfindlichkeit der Hechteier. Methodik s. S. 82. Eier 29. IV. 1942  
 13.15 befruchtet, alsdann bei etwa 8° in Miniaturgläser  
 (Textfig. 50) bebrütet. Versuche 29. IV.—7. V.  
 — Stötkänslighet.

Material	Zeit Tid	Entwick- lungs- grad Utveck- lings- grad %	Zahl der Eier sowie % ge- schädigter Eier bei ent- sprechender Fallhöhe. Antal ägg samt % skadade ägg vid resp. fallhöjd					
			0 cm	5 cm	10 cm	25 cm	50 cm	100 cm
Trockene Eier ... <i>torr rom</i>	29. IV. 13 <sup>40</sup> —13 <sup>50</sup>	0	250 0	250 1	250 2	249 8	255 26	221 36
Befruchtete Eier — <i>befruktad rom</i>								
Halbgeschwollen ..... <i>halvsvällda</i>	29. IV. 14 <sup>10</sup> —14 <sup>25</sup>	0,3	? 0	76 8	72 21	104 74	61 87	9 100
2-Zell ..... <i>2-cell</i>	29. IV. 18 <sup>35</sup> —18 <sup>45</sup>	1,4	71 0	83 10	72 24	71 75	53 75	30 100
Zellkuppel ..... <i>cellkupol</i>	30. IV. 9 <sup>15</sup> —9 <sup>25</sup>	5—6	74 3	49 25	55 58	51 78	62 100	43 100
Flache Kuppel ..... <i>flat kupol</i>	1. V. 10 <sup>00</sup> —10 <sup>15</sup>	12	72 >1	79 49	81 67	98 82	69 96	43 98
Kalotte ..... <i>kalott</i>	2. V. 10 <sup>05</sup> —10 <sup>20</sup>	18	24 4	42 21	56 34	54 78	70 99	31 100
Kappe ..... <i>hätta</i>	3. V. 9 <sup>40</sup> —10 <sup>10</sup>	25	103 1	78 4	86 16	89 66	71 89	44 98
Propfen ..... <i>propp</i>	4. V. 10 <sup>15</sup> —10 <sup>35</sup>	31	75 0	76 1	74 7	82 34	68 74	66 97
Myomer—1. Embryo ... <i>myomer—embryo 1</i>	5. V. 8 <sup>30</sup> —8 <sup>50</sup>	37	71 0	67 0	70 0	70 1	69 6	66 44
1. Embryo ..... <i>embryo 1</i>	6. V. 10 <sup>10</sup> —10 <sup>30</sup>	45	70 0	— —	— —	70 1	71 0	60 7
2. Embryo ..... <i>embryo 2</i>	7. V. 9 <sup>50</sup>	53	70 0	— —	— —	— —	— —	65 2
Unbefruchtete Eier — <i>obefruktad rom</i>								
Halb geschwollen ..... <i>halvsvällda</i>	29. IV. 14 <sup>25</sup> —14 <sup>35</sup>	(0,3)	97 2	109 6	101 14	103 42	77 71	43 81
— — .....	29. IV. 18 <sup>45</sup> —18 <sup>55</sup>	(1,4)	142 2	97 21	116 22	111 72	117 80	143 97
— — .....	30. IV. 9 <sup>30</sup> —9 <sup>40</sup>	(5—6)	89 2	140 31	119 44	116 73	116 99	100 100
— — .....	2. V. 10 <sup>35</sup> —10 <sup>50</sup>	(18)	71 20	62 69	83 84	73 95	51 100	36 100

### Rotation.

Fischzüchter sind oft der Auffassung, dass das gelegentlich kräftige Herumwirbeln der Eier in der Trichterpartie der Brutgläser an sich schädlich sein könnte. (In dem Masse, wie durch diese Rotation Stösse zustandekommen, sind Stosschäden natürlich zu befürchten.) Versuche haben indessen klargestellt dass beim Hecht keine besonderen Schäden, die bloss durch Rotation der Eier verursacht wären, anzunehmen sind, wenigstens nicht bis zu einem Entwicklungsgrad von 50 %; länger wurden die Versuchseier nicht verfolgt.

### 7. Anfall von Pilzen u. a.

Die Geissel des Hechtzüchters ist das Bewachsen der Eier mit Pilzen der Saprolegniacéen. Der Pilz, welcher sich vom Ei ernährt, scheint nur tote Eier zu befallen; solche gibt es aber in jedem Brutglas, und von einem solchen ausgehend, fängt der Pilz rein mechanisch frische Eier ein; die entstandene Verklumpung führt zu einer Hemmung der Wasserzirkulation innerhalb des Klümpchens und Erstickungserscheinungen treten auf. Bald fallen die umhüllten Eier dem Erstickungstode anheim, und so kann der Pilz eindringen. Sorgfältiges Herauslesen der toten Eier ist zu empfehlen (s. ferner Abschnitt III).

Verunreinigtes Wasser kann Bewachsen mit Abwasserorganismen hervorrufen. So sind von *Sphaerotilus* bewachsene Maräneneier im Brutglas beobachtet (BROFELT 1923; LINDROTH 1944). Dieses Fadenbakterium lebt nur ektoparasitisch und wächst nicht ins Ei hinein.

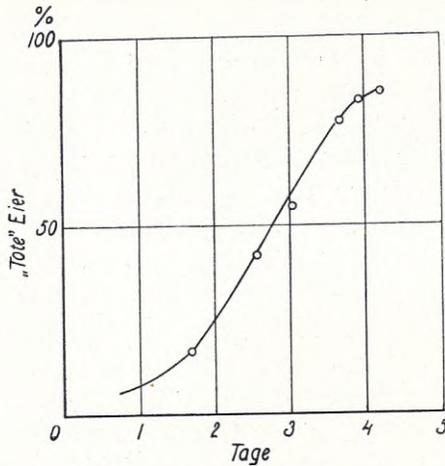
Einmal konnte ich in den Miniaturbrutgläsern beobachten, wie der Rogen scheinbar eine späte Klebrigkeitsperiode durchlief. Seine Farbe wurde gleichzeitig rötlichbraun. Unter dem Mikroskop konnte die Ursache dieser Erscheinungen als Aufwuchs von Mikroorganismen entschleiert werden, die Oberfläche der Eier war rau, was eine Klebrigkeit vorgetäuscht hatte.

Nach SCHUCHARDT (1937) „beruht Buntfärbung der Eier laut Angaben verschiedener Wissenschaftler auf Bakterien, — —“.

## B. Das unbefruchtete Ei.

Von einer Entwicklung des unbefruchteten Eies kann nicht die Rede sein, nur von fortlaufenden Veränderungen.

Vor der ersten Zellteilung kann durch bloss oberflächliche Betrachtung ein befruchtetes Ei von einem unbefruchteten Ei nicht unterschieden werden. Die Konturen des Keimes sind nach vollendeter Schwellung und Plasmakonzentration die gleichen. Im „8-Zellstadium“ ist der Keim des unbe-



Textfig. 38. Beispiel des Weisswerdens unbefruchteter Eier. Sollerön 1942. — *Avdöende bland obefruktad rom.*

fruchteten Eies eher noch mehr gegen den Dotter abgegrenzt, und diese Tendenz schreitet fort, so dass im „Zellkuppelstadium“ das unzellulierte Keimplasma ganz oder teilweise vom Dotter abgeschnürt ist und, oft zerteilt, im perivitellinen Raum liegt. In diesem Stadium lassen sich befruchtete Eier von unbefruchteten am einfachsten unterscheiden.

„Die Rotation“, die auch beim unbefruchteten Ei auftritt, dauert auch hier einige Zeit, wenn auch nicht so augenfällig wie sonst. Noch bei einem Zeitpunkt, der dem 16—32-Zellstadium entspricht, habe ich diese Erscheinung beobachtet, nachdem scheint sie zu erlöschen.

Die einzige eigentliche Untersuchung, der das unbefruchtete Ei unterzogen wurde, bezieht sich auf seine Stossempfindlichkeit. (Vgl. S. 83 und s. Tab. 23). Es stellte sich heraus, dass der Anteil geschädigter Eier ebenso wie beim befruchteten Ei anfänglich anstieg. Die Abnahme dieser Steigerung blieb indessen aus; die Empfindlichkeit wurde dauernd grösser, und schon nach einer Zeit, die 20 % Entwicklungsgrad entsprach, zeigte es sich beinahe unmöglich, eine hinreichende Menge „lebender“ Eier für die Versuche zu erhalten.

Während die unbefruchteten Eier bei Lachs und Forelle die ganze Bebrütungszeit hindurch klar und lebend in den Brutkästchen neben den sich entwickelnden, befruchteten Eiern daliegen können (s. u. a. LINDROTH 1942 b), werden sie beim Hecht scheinbar ohne schädigende äussere Einflüsse ziemlich bald weiss. Die Eier sterben erst jetzt, die Impermeabilität

der Dottermembran geht verloren, und durch die Exosmose des eiweissdispargierenden Salzes fällt das Eiweiss aus. Textfig. 38 stellt ein Beispiel für das fortschreitende Weisswerden unbefruchteter Eier im Miniaturbrutglas dar. Nach  $4\frac{1}{2}$  Tagen betrug der Anteil klarer Eier nur noch 15 %.

In diesem Zusammenhang mag angeführt werden, dass unbefruchtete, tote Eier nicht weiss werden, wenn das Wasser eine gewisse Salzkonzentration besitzt. (So zum Beispiel waren die unbefruchteten Eier in einer von mir besuchten Küstenbrutanstalt bei einem Salzgehalt von 6,8 ‰ durchwegs klar, vgl. S. 106.) Der osmotische Druck des Mediums verhindert eine Senkung des osmotischen Druckes im Ei, dessen Dottereisweiss also nicht ausfällt. Das Verhalten wurde früher z. B. für die Forelle gezeigt (GRAY 1920, 1932, SCHEMINSKY 1924, vgl. auch S. 144). Eigene Versuche haben mir gezeigt, dass tote oder geschädigte Lachseier bei 1,9 ‰ Salzgehalt (verdünntes Meerwasser) weiss werden, bei 3 ‰ dagegen klar bleiben.

### 3. Kapitel. Die Schlüpfung.

#### a. Verlauf der Schlüpfung.

Regelmässig vollzieht sich die Schlüpfung so (vgl. SEGERSTRÅLE 1941 a), dass die Eischale eines reifen, durch die Pigmentierung des Embryos dunkel grünbraun gefärbten Eies plötzlich, auch ohne sichtbare Bewegungen des Embryos, am Nacken oder an der Schnauze einreißt, wonach der Kopf und die vordere Partie des Dottersackes hervordringen (Fig. 56, Tafel III). In dieser Lage tritt meist ein Stillstand der Schlüpfung ein, und öfters treten Blutstockungen auf durch die einschnürende Wirkung der Eischale. Diese Stockungen lassen beim Fortschreiten der Schlüpfung bald nach.

Allmählich dringt die Larve aus der Eischale mittels intermittierenden Schlängel- und Schwimmbewegungen heraus und schwimmt schliesslich frei ins Wasser hinaus.

Als Abweichung von diesem normalen Vorgang beobachtet man, wie die Schwanzpartie zuerst aus der Eischale hervorragt (Fig. 58, Tafel III). Das Freiwerden aus der Schale kann dabei geraume Zeit in Anspruch nehmen. Diese Schwanzschlüpfer entwickeln sich regelmässig zu normalen Larven.

Bisweilen tritt der Dottersack als erster Körperteil heraus (Fig. 57, Tafel III). In der nunmehr geräumigen Eischale bleibt also der bogiggekrümmte

Embryo, dessen Muskelbewegungen nur schwerlich am Rande des Eischalenrisses ansetzen können, wo sie am effektivsten wirken würden. Diese Larven sterben sehr oft in dieser Stellung ab.

Für die verschiedenen Schlüpfungsstadien und -arten werden unten die folgenden Abkürzungen benutzt:

Freie Larve	<i>g</i>
Normale Kopfschlüpfung	<i>k</i>
Schwanzschlüpfung	<i>s</i>
Dottersackschlüpfung	<i>d</i>
(Ungeschlüpft	<i>ug</i> )

### b. Zeitpunkt der Schlüpfung.

Schon oben wurde betont (S. 55), dass der Zeitpunkt des Schlüpfens nicht als ein fixiertes Stadium in der Entwicklung des Embryos betrachtet werden darf. Für die Schlüpfung sind auch zwei Bedingungen erforderlich: 1. eine bestimmte Mindestreife des Embryos. 2. eine gewisse Schwächung der vorher besonders widerstandskräftigen Eischale. Die Schwächung hat SCHÄPERCLAUS (1940) in seinen Druckfestigkeitsuntersuchungen studiert, und WINTREBERT (1912) hat gezeigt, dass ein Sekret einzelliger Epidermisdrüsen hierbei wirksam ist. Nach Schlüpfungsversuchen an Forellen, deren Eier in späten Stadien bei verschiedener Temperatur bebrütet wurden, hat GRAY (1928) es wahrscheinlich gemacht, dass Embryoentwicklung und Schalenauflösung einen wesentlich verschiedenen Temperaturkoeffizient besitzen. Die Produktion oder Einwirkung des schalenauflösenden Enzyms sollte bei erhöhter Temperatur stärker beschleunigt werden als die Eientwicklung. Die Schlüpfung würde demnach bei höherer Temperatur nicht nur zeitlich früher, sondern auch bei einer wenn auch unbedeutend niedrigeren Entwicklungsstufe eintreten. Genaue Untersuchungen über die Anatomie der Hechtlarven im Schlüpfungsaugenblick könnten vielleicht hier die Entscheidung bringen, wenn man nur auf die grosse Empfindlichkeit bei der Schlüpfung gegen andere äussere Einflüsse als die Temperatur gebührende Rücksicht nimmt. Meine Versuche am Hecht sind nicht exakt genug; am Lachs habe ich jedoch dieselben Erfahrungen wie GRAY bezüglich der Einwirkung der Temperatur auf den Schlüpfungszeitpunkt gemacht.

Aus dem folgenden wird allerdings klar hervorgehen, wie empfindlich der Schlüpfungszeitpunkt auf äussere Einflüsse reagiert.

## c. Die Bedeutung der Umweltfaktoren.

### 1. Temperatur.

Die niedrigste Temperatur, bei welcher sich eine Schlüpfung noch vollzieht, habe ich nicht ermittelt. Ich möchte jedoch annehmen, dass die Schlüpfung unmöglich ist auch bei einer Temperatur, die die Embryonalentwicklung an und für sich nicht behindert.

Bei hoher Temperatur verläuft die Schlüpfung rasch, und es scheint als ob eine Temperaturerhöhung als solche beschleunigend wirkte.

Eine Temperatur um und über 20° setzt jedoch die Schlüpfung aufs Spiel, insofern als die Eischale zwar reisst, aber die Larve leicht halbgeschlüpft abstirbt. Vermutlich stellt diese Erscheinung eine Erstickung vor; bei der hohen Temperatur und dem hohen Energiebedarf muss der kritische Sauerstoffdruck hoch liegen. Zudem treten Störungen im Zirkulationssystem auf (vgl. S. 87).

### 2. Sauerstoffdruck.

Der Sauerstoffdruck dürfte für die Schlüpfung von grösster Bedeutung sein. Diesen Vorgang scheint besonders viel Energie zu fordern und der kritische Druck dürfte — bevor die freigewordene Larve bessere Ventilationsmöglichkeiten hat — vielleicht 160 mm Hg übersteigen (d. h. „normaler“ Sauerstoffdruck = 100 % Sättigung).

Die Züchter haben seit langem beobachtet, dass Sauerstoffmangel „Frühgeburt“ zustandebringt (s. z. B. SEGERSTRÅLE 1941 a). Durch künstlichen Sauerstoffmangel habe ich auch Schlüpfung bei etwa 80 % Entwicklungsgrad hervorgerufen. Bezeichnend scheint hierbei zu sein, dass die Zahl der Dottersackschlüpfungen besonders gross, bis über 50 %, ausfällt. In dieser Weise hervorprovozierte Larven verbleiben oft halbgeschlüpft, oder wenn sie sich frei machen können, werden sie jedenfalls nicht lebensfähig; natürlich ganz je nach der augenblicklichen Schlüpfungsreife.

Wenn auch Sauerstoffmangel bei unreifen Eiern eine Schlüpfung hervorruft, muss doch von seiner Benutzung in der Fischzucht zwecks Beschleunigung der Schlüpfung abgeraten werden. Dies lehrt ein Versuch, der in Tabelle 24 wiedergegeben ist. Die fragliche Rogenpartie liess sich am 14.V. nur bei Sauerstoffmangel zur Schlüpfung bringen; am 16. V. wird ein — Zwar nicht eindeutiger — erhöhter Anteil *ug* bei Sauerstoffmangel bemerkbar, aber — vor allem — die freien Larven überwiegen in gutem Wasser. Man bemerke auch die Dottersackschlüpfungen bei Sauerstoffarmut.

Eine Erklärung für das Verhalten der Eier bei Sauerstoffmangel kann ich nicht liefern. Eine Reizung der Embryobewegungen erscheint wenig

Tabelle 24.

Schlüpfung und Sauerstoffdruck sowie Licht. — Kläckning och syrgasträck samt ljus.

Schlüpfmilieu Kläckningsmiljö	Eizahl Antal ägg	% Schlüpfresultat n. 3 Std. (Abkürz.: s. unten)				
		% Kläckn.-resultat e. 3 tr (förkortn.: se nedan)				
		<i>g</i>	<i>h</i>	<i>s</i>	<i>d</i>	<i>ug</i>
A. Schlüpfertige Eier um 9 <sup>50</sup> in 4 Portionen geteilt. Analyse 12 <sup>50</sup> . 9°—8 <sup>5</sup> . Drottningholm 16. V. 1942.						
1. Sauerstoffarm, Dunkel .....	145	43	30	2	10	15
2. Sauerstoffarm, Tageslicht .....	168	42	30	6	6	16
3. Sauerstoffreich, Dunkel .....	141	75	2	15	1	7
4. Sauerstoffreich, Tageslicht .....	175	84	2	6	2	6
B. Schlüpfertige Eier um 13 <sup>20</sup> in 3 Portionen geteilt. Schlüpfung beginnt um 14 <sup>45</sup> . Analyse 16 <sup>30</sup> . Drottningholm 16. V. 1942.						
1. Sauerstoffarm .....	107	20	19	2	11	48
2. Sauerstoffreich, Dunkel .....	83	33	2	7	1	58
3. Sauerstoffreich, Tageslicht .....	108	39	4	11	—	46
<p><i>g</i> = Geschlüpft — kläckt  <i>h</i> = Normal halbgeschlüpft — normalt halvkläckt  <i>s</i> = Halbgeschlüpft mit dem Schwanzende zuerst — halvkläckt med stjärten först  <i>d</i> = Halbgeschlüpft mit dem Dottersack zuerst — halvkläckt med gulsäcken först  <i>ug</i> = Ungeschlüpft — okläckt</p>						

glaubhaft. Eher könnte man eine Schädigung der Eischale in der Anoxybiose annehmen mit Verlust ihrer Druckfestigkeit durch direkte oder indirekte Einwirkung von Stoffwechselprodukten. Es wäre dadurch erklärlich, warum Sauerstoffmangel nur bei unreifen, nicht aber bei reifen Eiern schlüpfungsbeschleunigend zu wirken scheint; im letzteren Falle besteht schon eine natürliche Schwächung der Eischale und der Sauerstoffmangel wirkt nur hemmend.

### 3. Wasserstoffionenkonzentration.

Ein vereinzelter Versuch zeigte, dass ein pH von 5,4, 5,7 bzw. 7,0 Einh. (durch Kohlensäure zustandegekommen) bei Eiern, die vielleicht nicht ganz schlüpfertig waren, 18, 53 bzw. 84 % Schlüpfung ergab. Hier dürfte die lähmende Wirkung von CO<sub>2</sub> sich geltend gemacht haben.

#### 4. Licht.

Unter den Hechtzüchtern ist das Licht als Schlüpfungsreiz allgemein anerkannt. Meine Versuche haben diese Auffassung bestätigt (Tabelle 24). Es scheint mir jedoch nicht nötig, eine Lichtperzeption anzunehmen. Die Erklärung kann auch in einer Temperaturerhöhung liegen, die durch Lichtabsorption mittels des dunklen Pigmentes zustandekommt.

WILLER (1928) behauptet das Vorhandensein einer hemmenden Einwirkung des Lichtes auf die Schlüpfung von Forelleneiern. Der Embryo ist hier zwar nicht wie der Hechtembryo pigmentiert, doch erscheint sein Untersuchungsergebnis schwer verständlich. (Auch die Eientwicklung soll nach WILLER vom Licht gehemmt werden, wie oben erwähnt wurde.)

#### 5. Mechanische Störungen.

Versuche, eine Einwirkung von Schüttelbewegungen auf die Schlüpfung zu erzielen, hatten keinen Erfolg. Dies kann eigentümlich erscheinen, da nach allgemeiner Auffassung Schütteln, Wellenbewegungen usw. den Schlüpfungsvorgang beschleunigen sollen. Diese Auffassung stützt sich jedoch meines Wissens nicht auf exakte Versuche, und angestellte Feldbeobachtungen scheinen ohne Temperaturkontrolle geschehen zu sein (SEGERSTRÅLE 1941 a).

## 4. Kapitel. Die Larvenentwicklung.

### a. Die Larvenstadien.<sup>1</sup>

Die neugeschlüpfte, etwa 1 cm lange Hechtlarve stellt die Fig. 35 Tafel II dar. Besonders charakteristisch ist jetzt ihr über den Dottersack nach vorn gebogener Kopf. Eine funktionstaugliche Mundöffnung besteht noch nicht. Die Larve verharrt in diesem Stadium meistens unbeweglich, mittels paariger Drüsenfelder des Vorderendes an feste Gegenstände angehängt. Als einzige Muskelbewegungen sind die Herzkontraktionen zu beobachten. Wenn sie gestört werden, schwimmen die Larven rasch und ziemlich geradlinig, um sich bald wieder anzuhängen. Als respiratorisches Epithel muss der Dottersack noch die grösste Bedeutung besitzen (vgl. AUBERT 1855, KRYZANOWSKI 1933).

<sup>1</sup> Vgl. SCHINDLER 1934.

Allmählich wird der Kopf gerade gestreckt, der Dottersack resorbiert, und die Brustflossen beginnen, anfangs intermittierend, später kontinuierlich zitternde Bewegungen auszuführen, welche einen ziemlich kräftigen Wasserstrom zustandebringen, der die hängende Larve von oben umspült (vgl. BABAK 1911 u. a. ). Schlagfrequenz des Herzens etwa 150 pro Min. (19°). Die Mundöffnung funktioniert, und Ventilationsbewegungen werden ausgeführt, einen schwachen aber deutlichen Atemstrom erzeugend. Frequenzen von 35—50 pro Min. wurden beobachtet (17°). Anus noch submarginal. Alter etwa 2 Tage (15°).

Später verläuft der Atemrhythmus rascher und kann der Herzschlagfrequenz gleichkommen (vgl. ANDERSEN 1929). Eine Sauerstoffaufnahme mittels der Kiemen dürfte jetzt von Bedeutung sein. (Fig. 36, Tafel II.)

Bei 4 bis 5-tägigem Alter (15—17°) ist das Strecken der Vorderpartie fortgeschritten. Jetzt werden Larven mit gasgefüllter Schwimmblase angetroffen. VON LEDEBUR hat gezeigt (n. WUNDER 1936), dass die erste Gasfüllung auf einer Verbindung der offenen Schwimmblase mit atmosphärischer Luft beruht. Dies betrifft auch den Hecht.

Larven mit gasleeren Schwimmblasen wurden in ein Gefäß mit gut durchlüftetem Wasser überführt. Die Hälfte wurde mittels Drahtgitter von der Wasseroberfläche gesperrt. Die andere Hälfte gab bald die hängende Stellung auf, infolge der Gasfüllung ihrer Schwimmblasen konnten sie in das freischwimmende Stadium übergehen. Die abgesperrte Hälfte erfuhr zwar eine entsprechende morphologische Weiterentwicklung, schwamm aber nicht frei, sondern blieb am Boden des Gefäßes liegen.

Larven mit gasgefüllter Schwimmblase gehen allmählich in ein freischwimmendes Stadium über.

Nach 5—6 Tagen (15—17°) muss die Atemfunktion des Dottersackes von ganz untergeordneten Bedeutung sein. Die Larven schwimmen frei umher; stabilisierend scheinen hierbei hochfrequente Schwingungen der Brustflossen sowie der Schwanzflosse zu sein. Die Augen sind beweglich. Die Anlage der Bauchflossen wird sichtbar, und der Anus hat eine randständige Lage in einer Einbuchtung des Flossensaumes eingenommen. Die Kiemenspitzen erreichen den Kiemendeckel in der Längenausdehnung und laufen über die Basis der Brustflossen hin. Ein kräftiger Ventilationsstrom lässt effektive Kiemenatmung vermuten. (Fig. 37, Tafel II.)

Nach 8—9 Tagen ist der Dottersack ziemlich vollständig resorbiert, und die Bauchflossen sind deutlich. Einbuchtungen des primären Flossensaumes deuten die künftigen unpaaren Flossen an, und die Ähnlichkeit mit erwachsenen Hechten tritt klar zutage.

## b. Die Entwicklungsgeschwindigkeit.

Diese Frage habe ich nicht experimentell verfolgt. Zwei einfache Versuche bei 11 bzw. 17° zeigen jedoch, dass die Entwicklungszeit von der Schlüpfung an bis zum freischwimmenden Stadium von etwa der gleichen Dauer ist (bei einer bestimmten Temperatur) wie die der Eientwicklung.

Von der Schlüpfung an gerechnet — die jedoch keinen befriedigenden Ausgangspunkt bietet — könnte die Formel der Eientwicklungsdauer Anwendung finden. Von der Befruchtung an könnte das freischwimmende Stadium der Larve durch die Formel  $D = 8 + 1,26^{21-t}$  angegeben werden, eine Formel, die jedoch kaum praktischen Wert besitzt.

Vorläufig kann die Entwicklungsdauer einiger Larven-Stadien wie folgt ausgedrückt werden:

	Zeit n. Schlüpf. Tage	Entwicklungsgrad		D =
		Tagesgr. bei 10°	%	
Schlüpfung .....	0	120	100	$4 + 1,26^{19-t}$
Brustflossen zittern .....	1—2			
Beginn. Mundatmung .....	—			
Beginn. Gasfüllung .....	5—6			
Freischwimmend, Schwanzflosse Zittert ..	—			
Anus randständig. Bauchflossen anl. ....	7		200	$8 + 1,26^{21-t}$
Flossensaum mit Einbuchtungen .....	9—10			

## c. Die Bedeutung der Umweltfaktoren.

### 1. Temperatur.

Die Hechtlarven sind gegen grosse und rasche Temperaturschwankungen besonders unempfindlich.

1—2 Tage alte Larven wurden von 16° unvermittelt in Eiswasser überführt (Drottningholm 18. V. 1942, 12<sup>15</sup>). Untersuchung nach 2¾ Std. zeigte, dass die Larven lebhaftige Muskelbewegungen, äusserst schwache und unregelmässige Herzkontraktionen sowie Stagnation des Blutkreislaufes aufwiesen. Nach zehn Min. in normaler Temperatur beginnt der Kreislauf wieder zu arbeiten. Nach 3¼ und 3¾ Std. im Eiswasser untersucht verhalten sie sich gleichartig. Am folgenden Tag waren die meisten Larven (bei normaler Temperatur) munter (einige mit Blutgefässverstopfung), einige jedoch tot.

5—6 Tage alte Larven wurden ebenso untersucht, längste Einwirkungszeit 2¼ Std. Reaktion der Larven wie oben.

Auch hohe Temperaturen werden gut vertragen.

1—2 Tage alte Larven wurden von 16° unvermittelt während etwa 2 Min. in Wasser gesenkt, das 26,5°, 30,5°, 34,5° bzw. 39° warm war. 34,5° bildete hierbei die Grenztempera-

tur; 4 Larven starben, 6 waren am folgenden Tag noch lebhaft, ebenso wie alle Larven aus niedrigerer Temperatur.

5—6 Tage alte Larven wurden bei 29°, 33° bzw. 36° geprüft. Am folgenden Tag waren nur die 36°-Larven tot.

GRAY (1928) hat für die Forelle gezeigt, dass eine höhere Temperatur während der Larvenentwicklung zwar die Entwicklung beschleunigt, aber kleinere Larven liefert als Larven im morphologisch entsprechenden Stadium bei niedriger Temperatur. Dies erklärt er so, dass bei höherer Temperatur ein relativ grösserer Anteil der vorhandenen Dottersacknahrung für den Betriebsstoffwechsel verbraucht wird.

## 2. Sauerstoffdruck.

### Versuche:

25 St. 1 Tag alte Larven wurden in sauerstoffreies Wasser von 17° überführt (Drottningholm 12. V. 1942). Nach 5, 10, 20, 40, 60, 90 und 120 Min. wurden je 3 Larven in gutes Wasser gesetzt. Eine schwächende Wirkung auf die Herztätigkeit wurde beobachtet, die jedoch nach Wiederherstellung guter Bedingungen rasch behoben wurde. Am 14. V. waren alle Larven bis auf eine aus dem 60 Min.-Versuch wieder munter.

5—6 Tage alte Larven (freischwimmend) wurden wie oben angegeben behandelt. Schon nach 5 Min. hörten die Ventilationsbewegungen beinahe völlig auf nach 15 Min. war die Herztätigkeit schwach, und die Larven lagen matt auf der Seite. Die Schwimmblase war deutlich kleiner geworden. Auch nach 1 Stunde, konnten noch schwache Herzkontraktionen auftreten. Nach 1½ Stunden kein Lebenszeichen. — Am folgenden Tag lebten alle 8 Larven aus dem 5 Min.-Versuch und nur 4 von 8 aus dem 10 Min.-Versuch; alle übrigen waren tot.

Vollständiger Sauerstoffmangel wird somit bei etwa 17° von neugeschlüpften Larven wenigstens 1 Stunde lang, von schwimmfertigen Larven nur etwa 5—10 Min. vertragen (vgl. LINDROTH 1942 a).

Ein andersartig angestellter Versuch ergab, dass die Larven, bei 14° einem Sauerstoffdruck von etwa 20 mm Hg ausgesetzt, anfangs unruhig wurden, später aber abstumpften, ohne jedoch nennenswerte Herabsetzung der Herztätigkeit zu zeigen. Alle überlebten eine Versuchsdauer von 1½ Std.

Die festgestellte Abnahme der Widerstandsfähigkeit gegen Sauerstoffmangel fanden wir bereits beim sich entwickelnden Ei. In frühen Eistadien konnten bis etwa 12 Std. Sauerstoffmangel vertragen werden, später nur einige Stunden (vgl. S. 78). Neugeschlüpfte Larven vertragen etwa 1—2 Stunden, schwimmende Larven 5 Min. Ob neben der Steigerung des Energieumsatzes (und damit des kritischen Druckes) noch andere Eigenschaften hierbei mitwirken, kann ich nicht beurteilen.

Eine verlangsamte Entwicklung der Forellenlarve bei Sauerstoffmangel hat WILLER gefunden (1928). Dasselbe dürfte für den Hecht gelten.

OLIPHAN (1940) hat u. a. für Hechtlarven das Vorkommen von rhythmischen Tagesvariationen der Atmungsintensität gezeigt, die morgens und abends am grössten ist.

### 3. Salzgehalt.

VALLIN hat (1936) schwimmfertige Brut in Wasser von verschiedener Salzkonzentration überführt. Nach diesen Versuchen darf ein Salzgehalt von etwa 10 ‰ nicht überschritten werden. Unterhalb dieser Grenze scheint auch eine unvermittelte Überführung von Süßwasserbrut ohne Schaden ertragen zu werden.

### 4. Licht.

Die Larvenentwicklung scheint bei Licht rascher zu verlaufen, ich habe wenigstens gefunden, dass Larven im Dunkeln ihre Schwimmblase später füllen als gleichaltrige Larven im Licht. (Dass die Schwimmblasenfüllung jedoch ein bestimmtes morphologisches Stadium nicht indiziert, muss hervorgehoben werden.)

Neugeschlüpfte Larven scheinen nicht phototaktisch zu reagieren. Hechtzüchter geben jedoch an, dass sich Hechtbrut nach dem Licht hin sammelt.

## II. ABSCHNITT

# BIOLOGISCHER TEIL

---

### A. Hydrographie der Laichplätze des Hechtes.

Zum Laichen bevorzugt der Hecht seichtes bewachsenes Ufer. Da das Laichen im Frühling vorsichgeht, geschieht es oft auf überfluteten Uferwiesen. Inwieweit im Binnensee auch tiefere Zonen des Litorals oder sogar der nackte Schlammboden für das Laichen ausgenützt werden oder werden können, ist nicht ganz klar.

Bisweilen begegnet man der Auffassung, dass der Hecht unter dem Eis auf tieferen Böden gelaicht hätte. Ein schlüssiger Beweis dafür, dass dies in Seen geschehen ist, ist mir indessen nicht bekannt. Vermutlich handelt es sich meist um Versuche, einen ausgebliebenen oder schlechten Laichfischfang zu erklären.

Im Brackwasser soll der Hecht oft in grösserer Tiefe laichen und, der Temperaturverhältnisse wegen, auch zu späterer Zeit.

Die Hydrographie der überfluteten Uferwiese ist besonders mangelhaft untersucht. WESENBERG-LUND macht (1912) auf die Temperaturverhältnisse, besonders auf die grossen Tagesschwankungen aufmerksam und bringt das Laichen und die Eientwicklung des Hechtes mit früh eintretenden Temperatursteigerungen (bis 16—18°) der seichten, sonnenbestrahlten Ufergebiete in Zusammenhang. ALM (1926) teilt ähnliche Werte der Frühjahrstemperatur der Ufergebiete mit. Auch FREIDENFELT hat Beobachtungen angestellt (1928 S. 88).

Aus Kleingewässern liegen einige Untersuchungen vor, die hier nicht ohne Interesse sind, z. B. hat GESSNER (1932) bei „mikrolimnologischen“ Studien von Tümpeln auf der Insel Hiddensee bei Rügen Tagesschwankungen der Temperatur bis zu 27° (Mai), Sauerstoffschwankungen zwischen 50—110 % Sättigung und pH-Differenzen von 1—1,5 Einh. gefun-



Textfig. 39. Hechtlaihufer unmittelbar südlich von der Anstalt für Binnenfischerei, wo die hydrographischen Untersuchungen durchgeführt wurden (Tabelle 25). Photo Verf. 1946 Mai. — *Gäddelekstrand vid fiskeriundersökningsanstalten.*

den. WIEBE (1934) hat Fischteiche untersucht und gibt Sauerstoffsättigungswerte von 50—230 % an. Nach ihm besteht jedoch für vollständigen Sauerstoffmangel keine Gefahr, solange nur höhere Pflanzen und Algen am Leben bleiben. Erst wenn sie in Verwesung geraten, sind andere Verhältnisse zu befürchten. Die Fragen werden auch von WEIMAN (1942) nach Teichuntersuchungen diskutiert. In fortdauernden Untersuchungen hat auch PUKE (unveröffentl. Data) starke Tagesvariationen der hydrographischen Faktoren des Litoralgebietes gefunden.

Um mir eine eigene Auffassung von den Milieuverhältnissen des natürlich abgelaichten Hechtrogens zu bilden, habe ich im Frühjahr 1942 eine orientierende Untersuchung auf einem Hechtlaihufer im entropnen Mälarsee unmittelbar südlich von der Anstalt für Binnenfischerei ausgeführt (Textfig. 39).<sup>1</sup>

Nach dem Plan sollten 4-mal täglich Temperatur, Sauerstoffgehalt und pH auf drei verschieden tief liegenden Stationen entlang einem vom Strande aus geradlinig verlaufenden

<sup>1</sup> Die Untersuchung wurde grossenteils in Zusammenarbeit mit fil. lic. C. PUKE, Stockholm, vorgenommen, wofür ich ihm meinen herzlichsten Dank aussprechen möchte.

Tabelle 25.

Hydrographische Daten aus einem Hechtlaichufer bei Drottningholm.  
Textfig. 40. — *Hydrografiska data från en gäddlekstrand vid Drottningholm.*

Tag Dag 1942	Uhrzeit kl.	Station S. 99.	t°	Sauerstoff Syrgas		pH	Bemerkungen Anmärkningar
				ccm/l	%		
28. IV.	19 <sup>00</sup> —	1	2,8	4,3	42	6,3	klar, Luft 0—1°
		2	9,6	12,0	140	7,6	
		3 B <sup>1</sup>	9,2	12,2	141	—	
	—21 <sup>00</sup>	3 O	8,8	11,8	135	7,5	
29. IV.	1 <sup>00</sup> —	1	0,2 <sup>E1</sup>	1,7	15	—	klar, Luft < 0°
		2	2,4	6,2	61	—	
		3 B	4,2	11,2	115	—	
	—2 <sup>00</sup>	3 O	4,8	11,2	119	7,2	
29. IV.	7 <sup>00</sup> —	1	1 2 <sup>E</sup>	6,3	69	6,6	klar, Sonnenschein, Luft 10,2
		2	3,2 <sup>E</sup>	5,4	54	7,0	
		3 B	5,8	10,4	110	—	
	—8 <sup>00</sup>	3 O	5,4	10,7	113	7,4	
29. IV.	13 <sup>00</sup> —	1	20,6	12,5	181	7,3	klar, Sonnenschein, Luft 14,8
		2	16,8	14,1	198	7,4	
		3 B	14,4	14,2	200	7,5	
	—14 <sup>00</sup>	3 O	15,4	10,8	152	7,6	
29. IV.	19 <sup>45</sup>	1	7	6,1	73	7,2	
		2	11	5,8	76	7,2	
		3 B	11	10,9	143	7,2	
		3 O	11	10,7	140	7,4	
30. IV.	1 <sup>15</sup>	1	0,8	3,9	40	6,5	klar
		2	5,3	3,8	44	7,0	
		3 B	5,8	9,2	107	7,0	
		3 O	5,5	8,9	102	7,2	
30. IV.	7 <sup>15</sup>	1	4,5	8,7	98	6,9	klar
		2	4,4	4,9	55	7,1	
		3 B	5,6	7,9	91	7,1	
		3 O	5,6	8,4	97	7,1	
30. IV.	13 <sup>15</sup> —	1	19,4	10,4	161	7,4	halbklar
		2	13,8	7,8	109	7,1	
		3 B	13,0	10,7	147	7,4	
		3 O	14,7	10,7	152	7,3	

<sup>1</sup> 3B = 3, Boden; 3O = 3, Oberfläche; E = Eis.

Tag Dag 1942	Uhrzeit kl.	Station S. 99.	t°	Sauerstoff Syrgas		pH	Bemerkungen Anmärkningar
				ccm/l	%		
12. V.	19 <sup>20</sup>	1	8,8	5,2	65	7,0	klar, Luft 3,4°
		2	10,9	4,6	60	7,2	
		3 B	12,9	8,0	109	7,2	
		3 O	12,7	8,2	111	7,3	
13. V.	1 <sup>35</sup>	1	3,2	3,9	42	6,9	klar, Luft — 0,5°
		2	3,3	2,8	30	6,9	
		3 B	5,4	7,8	90	7,1	
		3 O	5,4	7,4	85	7,2	
12. V.	7 <sup>10</sup>	1	5,4	7,6	87	7,0	Sonnenschein, Luft 4,2°
		2	4,8	5,6	63	7,0	
		3 B	5,6	7,9	90	7,0	
		3 O	5,4	8,2	94	7,1	
12. V.	13 <sup>00</sup> —	1	19,8	11,5	180	7,4	Sonnenschein
		2	18,9	7,2	110	6,8	
	—14 <sup>00</sup>	3 B	19,1	9,1	140	6,8	
		3 O	19,3	10,1	156	7,5	

Profil gemessen werden. Bei dem betreffenden Ufer begann der Hecht im Jahre 1942 etwa am 20. April zu laichen. Die Untersuchungen wurden am 28.—30. April und 12.—13. Mai ausgeführt. Die Uferlinie hielt sich während dieser Zeit ziemlich konstant; eine scheinbare Verschiebung wurde durch heranwachsende Vegetation verursacht. Zwischen der Uferlinie und dem *Phragmites*-Gürtel war eine etwa 20 m breite Freiwasserzone eingeschoben, wo eben die Untersuchungsstationen lagen.

St. 1 Neben einem Rasen, 1—2 cm Tiefe.

St. 2 Am Boden in 10 cm Tiefe.

St. 3 20 cm Tiefe. Proben sowohl an der Oberfläche wie am Boden genommen.

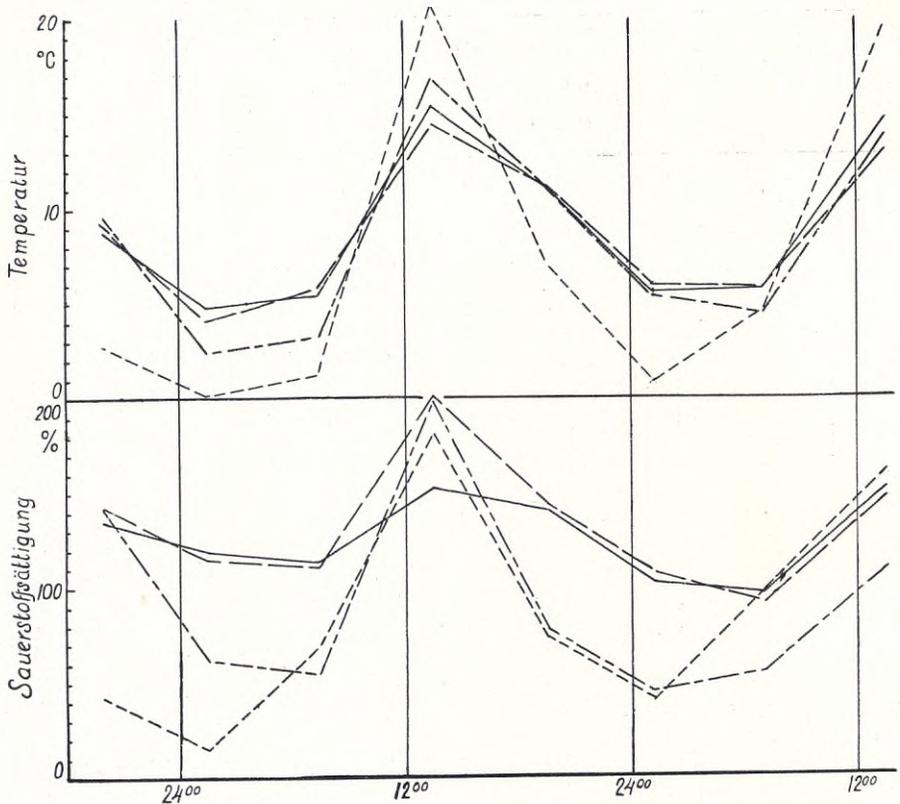
Abstand zwischen der Stationen etwa 5 m.

Die Sauerstoffproben wurden entweder unmittelbar mittels der Spritzenpipette aufgesogen (etwa 1,5 ccm-Proben) und nach der Mikromethode bestimmt (s. z. B. LINDROTH 1941), oder es wurde eine beiderseits offene Glasröhre von etwa 5 ccm in die gewünschte Tiefe gesenkt und dort verstopft. Letzteres Verfahren wurde nachts benutzt und die Proben im Laboratorium weiterbehandelt.

pH wurde mittels CZENSNY'S Universalkolorimeter-Methode an Wasserproben bestimmt, die in einer 10 ccm Vollpipette aufgesogen waren.

Die Methodik der Probenentnahme ist teilweise eine Ziemlich grobe; die Werte waren ja nur dafür abgesehen, eine allgemeine Orientierung zu liefern.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 25 verzeichnet und teilweise auf Textfig. 40 graphisch dargestellt worden.



Textfig. 40. Temperatur und Sauerstoffsättigung am Hechtlaichufer (s. Textfig. 39) 28.—30. IV. 1942. St. 1 ----, St. 2 - · - · -, St. 3 Boden — und St. 3 Oberfläche —. Stationslage s. S. 99. Tabelle 25. — Temperatur och syrgasmättnad på en gäddelekstrand under två dygn.

Die täglichen Temperaturschwankungen ergeben eine Breite von 15—20° oder auf St. 1, von 0,2° bis 20,6° am 29. Mai noch ehe die Luft so grosse Temperaturschwankungen aufwies. Die Bedeutung der Wärmeabsorption des Bodens, schon von WESENBERG-LUND beachtet (1912), ist augenfällig.

Die täglichen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes sind auf den seichtesten Stationen am schroffsten und betragen bis zu etwa 10 ccm/l. Auf St. 1 ist einmal (29. Mai) innerhalb 12 Std. der relative Sauerstoffgehalt von 15 bis zu 180 % gestiegen, wobei allerdings der Temperaturverlauf die Gegensätze verschärft hat. Es muss auch betont werden, dass die aktuellen respiratorischen Eigenschaften eines Wassers von seinem Sauerstoff-

Tabelle 26.

Hydrographische Daten aus der Litoralregion. Sauerstoff nach  
LINDROTH 1941 analysiert (Mikromethode). —  
*Hydrografiska data från litoralén.*

	t°	Sauerstoff <i>Syrgas</i> ccm/l
<i>Mälarsee bei der Anstalt für Binnenfischerei.</i>		
1941		
23. V. 13 <sup>00</sup> —14 <sup>00</sup> In Phragmites-Röhricht, Oberfläche .....	14,9	5,6
In Phragmites-Röhricht, 1 dm tief, unter Blatt- teppich .....	15,6	3,1
Seewärts ausserhalb des Röhrichts, Oberfläche	14,4	8,4
14 <sup>00</sup> —15 <sup>00</sup> Hechtbrutteich. In einem alten Riedrasen ....	19,8	0,7
Hechtbrutteich. Freies Wasser .....	21,6	7,2
3. VI. 12 <sup>00</sup> —13 <sup>00</sup> Brückenspitze, Oberfläche .....	12,5	10,2
1,2 m tief .....	11,6	10,2
Landwärts, 1 dm tief in Vegetation .....	19,5	5,2
1942		
13. V. 14 <sup>00</sup> —15 <sup>00</sup> Südliche Hechtlaichufer.		
6 cm tief unter Erlenblatt .....	19,7	9,5
3—4 cm tief im Schatten eines fliessenden Teppiches von zertrümmerten <i>Scirpus la-</i> <i>caustris</i> .....	16,8	7,7
6—7 cm tief in <i>Glyceria</i> -Teppich .....	18,4	4,0
<i>See Siljan. Bucht bei der Brutanstalt auf Sollerön.</i>		
1942		
3. VI. 13 <sup>00</sup> —14 <sup>00</sup> 11 cm tief in einem offenen Schlammhöhle	19,0	0,9
Oberfläche darüber .....	21,2	7,7
<i>See Ymsen (Skaraborgs län). Nordostufer.</i>		
1943		
11. VI. Etwa 1 dm tief in der Fusstapfe einer Kuh .....	—	0

druck (dem relativen Gehalt proportional) abhängt, nicht direkt vom Sauerstoffgehalt.

Die pH-Schwankungen betragen etwa 1 Einh. um den Neutralwert; Minima und Maxima folgen der Sauerstoffkurve.

Ohne diese limnologisch besonders interessanten Fragen näher zu erörtern, möchte ich nur die überragende ökologische Bedeutung vor allem der Temperatur- und Sauerstoffschwankungen hervorheben. Auf diesen seichten Plätzen vereinigt dieselbe dünne Wasserschicht in sich sowohl die

starke Tagesvariabilität des Oberflächenwassers wie auch den Sauerstoffschwund des Bodenwassers. Das Wechselspiel dieser beiden Erscheinungen spiegelt sich in meinen Werten ab. Die Untersuchung hebt die Notwendigkeit von Studien über die Hydrographie des Litorals und über die Bedeutung der Tagesschwankungen hervor; zwei Gebiete die bisher vernachlässigt sind.

Von meinem besonderen Gesichtspunkt aus sind die Sauerstoffschwankungen von grösstem Interesse. Noch einige vereinzelte Daten hierüber werden in der Tabelle 26 angeführt. Vor allem geht aus diesen die grosse Bedeutung hervor, die dem Sauerstoffschwund der bodennahen Schichten zukommen muss (die „Mikroschichtung“ nach ALSTERBERG).

Zusammenfassend kann aus diesen orientierenden Untersuchungen gefolgert werden, dass das Vegetationsufer als Wassermilieu als ein äusserst verwickeltes Mosaik von Mikromilieus aufzufassen ist, wo der tägliche Gang der Temperatur- und Beleuchtungsverhältnisse (Assimilation) und der Sauerstoffzehrung des Bodensubstrates mit der „Mikroexposition“ als wirksame Hauptfaktoren den hydrographischen Verhältnissen ihr besonderes Gepräge geben.

## B. Das Laichen des Hechtes.

Der Hecht laicht in Schweden von April (südliche Landschaften) bis juni (nördliche Landschaften, Ostseeküste). Untersuchungen über laichreizende Faktoren kenne ich nicht; doch ist die Temperatur sicher von grosser Bedeutung, teils als Faktor für die Eireifung, teils vielleicht als direkten Laichreiz. Um Letztere Frage zu Klären würde sich eine Untersuchung lohnen, welche jedoch gerade wegen der Schwankungen der äusseren Faktoren nicht leicht wäre. Die Beleuchtung dürfte auch wichtig sein, m. W. vermessen wir jedoch exakte Studien über Laichfrequenz und Uhrzeit.

Auch der Vorgang des Laichaktes ist ziemlich unbekannt. Meistens nimmt man an, dass die „Paarung“ dann geschieht, wenn die Hechtweibchen, von Männchen umgeben sich plätschernd im Uferwasser wälzen.

Das Laichen muss den Zweck haben, im Wasser eine möglichst vollständige Vermischung von Eiern und Milch zustandezubringen, damit die Befruchtung einer genügend grossen Zahl Eier gesichert wird. In diesem Zusammenhang müssen folgende Tatsachen beachtet werden; sie werden deswegen hier rekapituliert.

Die Spermien, 20 000 000 000 pro ccm Milch, schwimmen nur während 1—2 Min. und etwa 2—3 mm, kreisend, wonach ihre Befruchtungsfähigkeit aufhört. Eine Spermienkonzentration von etwa 500 000 000 pro 1 Wasser

Tabelle 27.

Natürlich abgelaichte Hechteier aus den Laichgebieten bei  
Drottningholm. — *Gäddägg lagda vid naturlig lek.*

Datum 1942	S t a d i e n						Befr.	Unbe- stimmbar
	2-64- Zell	Kuppel	Hätte	Myo- mer	1. Em- bryo	Schlüpf.		
30. IV. . . . .	10	19	1	2	—	—	32	9
3. V. . . . .	—	2	—	1	—	—	3	—
7. V. . . . .	—	3	—	—	—	—	3 (8)	7 (2) <sup>1</sup>
9. V. . . . .	2	1	—	—	3	—	6	4
11. V. . . . .	—	—	—	—	—	3	3	—
Insgesamt	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>47 (52)</b>	<b>20 (15)</b>

<sup>1</sup> 5—6 Eier vermutlich befruchtet.

gibt annäherungsweise maximale Befruchtung. Nur eine leicht milchige Trübung des Wassers ist dabei wahrzunehmen.

Das Ei lässt sich nur innerhalb etwa 1 Min. nach der Ablage im Wasser befruchten.

Erfordernis für eine nach Fischzüchterbegriffen erfolgreiche Befruchtung ist somit eine innige Vermischung der Geschlechtsprodukte innerhalb etwa 1 Min. nach ihrer Ablage, eine Vermischung die in ziemlich ruhigem Uferwasser von den Teilnehmern am Laichgeschäft bewirkt werden muss.

Vielleicht ist aber die Natur nicht so anspruchsvoll in bezug auf gute Befruchtung wie der Fischzüchter? Ist es vielleicht ausreichend wenn nur einige wenige % der abgelegten Eier befruchtet werden um den Hechtbestand aufrechtzuhalten? BERR indessen gibt (1917) an, dass die Befruchtung in der Natur zu 90—95 % geschehen soll. Auch bei anderen Fischen wird ein hohes natürliches Befruchtungsprozent angegeben (z. B. VAN OOSTEN 1937). Eigene Befunde bestätigen dies für den Hecht. In einem bestimmten Laichgebiet wurden im Frühjahr 1942 insgesamt 67 Hechteier gefunden (Tabelle 27). Davon waren 47 mit Sicherheit befruchtet, und 20 unbestimmbar, undurchsichtig. Von diesen letzteren waren 5—6 vermutlich befruchtet; bei den übrigen war eine Entscheidung, ob befruchtet oder nicht, unmöglich. Unbefruchtete Eier werden innerhalb weniger Tage „automatisch“ weiss; befruchtete Eier sind widerstandskräftiger, wenn sie auch leicht einer Erstickung anheimfallen. Auch wenn man die ungünstige Annahme zugrundelegt, die 15 Eier wären unbefruchtet, so beträgt doch das Befruchtungsprozent 75; vermutlich ist es noch höher.

Am 15. V. 1943 laichten zwei Hechte in einem Aquarium. Nach 6 Tagen wurden 55 Eier untersucht: 54 waren befruchtet, 1 weiss.

Diese zwei Beispiele deuten an, dass die Befruchtung in der Natur eine ziemlich vollständige ist.

Wie aber wird dieses gute Befruchtungsergebnis erzielt?

Ein Hechtmännchen, soeben getötet, unter Wasser gestreift, lieferte eine dicke Milch, die in Klümpchen oder Strängen herausdringt und zu Boden sinkt. Umrühren bewirkt eine Zerteilung in kleinere Klümpchen, eine homogene Suspension wird kaum erhalten.

Die Anregung für meine wenigstens als Arbeitshypothese taugliche Auffassung gab mir die Beobachtung, dass die Hechtmännchen regelmässig, wenn sie für das Streifen gegriffen werden, grosse Mengen Flüssigkeit in halbmeterlangen Strahlen aus der Blase durch den Anus nach hinten herauspritzen. Auch wenn sie lange auf trockenem Boden liegen, verlieren sie in dieser Weise Flüssigkeit (s. SCHEURING 1924 S. 188 betr. Forelle). Bei Weibchen ist diese Erscheinung nur äusserst selten zu sehen.

Bei der Sektion eines 42 cm langen Hechtmännchens wurde eine Blase von 5 cm Länge gemessen, prall mit Flüssigkeit gefüllt, vermutlich etwa 5 cm. Versuche zeigten, dass Spermien in Harn etwa dieselbe Schwimmzeit besitzen wie in Wasser.

Harn, von einem „spritzen“ Männchen aufgesammelt, sieht bisweilen trübe aus und enthält, unter dem Mikroskop geprüft, schwimmende Spermien.

An einem männlichen Hecht, besonders rasch getötet ehe er Harn ausgespritzt hatte und unter Wasser gestreift, konnte deutlich gesehen werden, wie bisweilen der Harnstrahl Milch mitreissen konnte (im beobachteten Falle zwar nur einige mm), die sonst unmittelbar zu Boden gesunken wäre.

Ich meine also, dass das Männchen beim Abgeben der befruchtenden Milch gleichzeitig Harnflüssigkeit ins Wasser spritzt, welche die Spermien mitreisst und so die erforderliche Spermien suspension erzielt.

Um die Möglichkeit zu erhalten, meine Annahme zu prüfen und den näheren Verlauf des Hechtlaichens zu studieren, wurden einmal zwei Hechte, Weibchen und Männchen, in ein grosses Zementaquarium mit Schaufenster in Augenhöhe gebracht. Der Aquarienboden war mit Riedgrasrasen bedeckt. Das Laichen geschah nach einigen Tagen am 15. V. 1943, und wurde 16.00—16.20 von vielen meiner Kollegen beobachtet. Ich selbst war leider verreist und ich kann mich daher nur auf ihre Beobachtungen stützen.

Beide Fische schwammen an einander dicht angedrückt, ohne am Boden

zu ruhen. In Intervallen von 2—3 Min. erhielt das Männchen ein oder zwei kräftige Schläge von dem Schwanz des Weibchens, so dass es etwa 1 dm vom Weibchen wegrutschte. Die vorherige Stellung wurde unmittelbar wiedereingenommen. Das Weibchen, das beim Schlag ein wenig vorwärts gegliitten war, hatte gleichzeitig auch eine Eiportion von etwa 50—100 Eiern abgegeben. Sie wirbelten im Wasser umher und sanken zerstreut zu Boden, am Riedhalm anklebend, oder herunter bis zum Schlamm. Einmal konnte bei der Eiabgabe von einem Beobachter eine schwache Trübung gesehen werden, die als Milch gedeutet wurde.

Die interessante Beobachtung (die mit amerikanischen Befunden ziemlich gut im Einklang steht; MC NAMARA 1937) scheint zu zeigen, dass das eifrige und hörbare Plätschern der laichenden Hechte eher als ein Vorspiel zu betrachten ist, das dem ruhigeren Laichakt vorangeht oder sich zwischen den Laichmomenten abspielt. Auch habe ich einmal an einem Laichufer zwei ganz ruhige Laichhechte beobachtet die dicht an einander gedrückt standen. Als sie schliesslich davonschnellten, gelang es mir, zwei soeben abgelegte noch ungeschwollene Eier zu finden (beide befruchtet). (Nach amerikanischen Untersuchungen geschieht auch beim Lachs das Ablegen der Geschlechtsprodukte ohne nennenswerte Körperbewegungen, SCHULZ 1938.)

Welche Zeit das Laichen beim Hechtweibchen in Anspruch nimmt, ist nicht festgestellt. BERR gibt an (1917), dass ein warmer, sonniger Tag in der Regel genüge zum völligen Auslaichen des Rogners. Doch, hätte der oben erwähnte als Studienobjekt dienende Fisch, der jede 2. oder 3. Min. 50—100 Eier legte und insgesamt etwa 50 000 Eier enthielt, bei unaufhörlichem Laichen etwa 25 Std. für das Ablaihen der Eier benötigt. Da das Laichen kaum ohne Unterbrechung vor sich geht, sondern wohl nur unter gewissen Witterungsverhältnissen, muss angenommen werden, dass auch die Weibchen ihre Laichzeit auf mehrere Tage hinausstrecken.

## C. Ökologisches.

### I. Die Befruchtung.

Aus dem vorstehenden geht hervor, dass die Befruchtung, wenn wir darunter nur das aktive Aufsuchen des Eies seitens des Spermiums verstehen, bei einer Temperatur von beinahe 0°—30°, bei Sauerstoffmangel und bei pH-Werten bis zu etwa 6,0 geschieht. Diese Faktoren dürften somit, trotz ihrer grossen Schwankungen auf den natürlichen Laichplätzen des Hechtes, die Befruchtung nicht stören.

In dem Salzgehalt begegnen wir dagegen einem Milieufaktor von der allergrössten ökologischen Bedeutung für die Befruchtung. Das Schwimmvermögen des Hechtspermiums wird bei 10 ‰ wesentlich herabgesetzt, und die Eier schwellen schlecht oder gar nicht bei noch niedrigerer Konzentration. Schon wenige ‰ Salzgehalt setzen das Befruchtungsergebnis herab. Ein Salzgehalt von 10 ‰ und mehr gestattet somit kaum ergiebiges Hechtlaichen und auch eine schwächere Konzentration wirkt unvorteilhaft.

Aufschlussreich ist in dieser Beziehung die Hechtzucht in Brackwasseranstalten an der Småland-Küste der Ostsee. In der Gegend von Västervik hat man seit einigen Jahren Brutgläser mit Brackwasser gespeist und etwa 70—75 % Larven erzielt. Im Jahre 1943 wurden während der Bebrütung in einer Anstalt Unregelmässigkeiten beobachtet; unbefruchtete Eier wurden nicht weiss u.a.m. Eine Untersuchung zeigte Salzsäden an befruchteten Eiern. Bis über 50 % aller Eier waren schlecht oder nicht geschwollen bzw. konzentriert. Ein zu hoher Salzgehalt war zu vermuten, eine Analyse ergab 6,8 ‰. Aber früher hatte doch die Anstalt mit Erfolg gearbeitet. Eine hydrographische Untersuchung in der Nähe konnte zum Vergleich mit älteren Werten der gleichen Untersuchungsstation herangezogen werden. Eine allgemeine Steigerung des Salzgehaltes um etwa 1 ‰ wurde festgestellt. Offenbar wurde bei etwa 6—7 ‰ ein kritischer Punkt erreicht und überschritten.

## II. Die Eientwicklung.

Das abgelegte Ei, das in seinem Mikropylekanal schon ein Spermium beherbergen dürfte, sinkt rasch zu Boden, meistens durch einen mehr oder weniger dichten Teppich von verwelktem Gras. Obgleich die Klebrigkeit der Eier eigentlich erst nach einigen Minuten einsetzt — um nach etwa 1 Std. abzuklingen — bleiben Eier oft an Blättern, in Blattwinkeln usw. sitzen; sehr viele, wenn nicht alle, kommen jedoch allmählich auf dem nackten Boden zur Ruhe (in Aquarien beobachtet, vgl. auch FREIDENFELT 1928, S. 98, Brundin 1946, u.a.). Die Klebrigkeit führt es auch in der Natur mit sich, dass die Oberfläche des Eies sich mit Detritus verschiedener Herkunft bedeckt; auf den natürlichen Laichplätzen gefischte Eier wirken daher oft „schmutzig“, was in den Brutanstalten nicht der Fall ist (s. Fig. 41, Tafel III).

Auch die Eientwicklung besitzt eine beachtenswerte ökologische Amplitude, besonders betrifft dies die Temperatur. Sowohl extreme Temperaturen wie rasche Schwankungen werden gut ertragen; doch scheint nied-

rige Temperatur, unter etwa 3°, eine schädliche Einwirkung auszuüben besonders in früheren Entwicklungsstadien. Züchter haben wiederholt auf die verhängnisvolle Einwirkung von Nachtfrösten hingewiesen (z. B. SCHUCHARDT 1928); solche dürften ökologisch sehr bedeutungsvoll sein.

Auch als Faktor, der die Entwicklungsgeschwindigkeit regelt, tritt die Temperatur hervor. Innerhalb der Grenzen für optimale Entwicklung könnte man sich vorstellen, dass der Temperaturwert bedeutungslos wäre. Dies dürfte indessen nicht zutreffen. Hohe Temperatur verkürzt die Entwicklungszeit, wodurch das Risiko von Nachtfrösten und die Gefahr Eifressern usw. ausgesetzt zu werden, vermindert wird. Andererseits werden auch evtl. Pilzangriffe (wenn auch in der Natur unwahrscheinlich) von hoher Temperatur begünstigt und die Grösse des (nächtlichen) Sauerstoffschwundes sowie des Sauerstoffdruckbedarfes usw. vermehrt. Unter Berücksichtigung aller Umstände dürfte doch eine hohe Temperatur am ehesten von Vorteil sein.

Nicht weniger ökologisch wichtig ist m. E. der Sauerstoffdruck. Ein Hechtei bei 90—100 % Entwicklungsgrad, also schlüpfbereit, bedarf bei 5° mehr als 60 ccm Sauerstoff pro kg und Std. Sein Sauerstoffdruckbedarf ist dabei etwa 50 mm Hg, d.h. der Sauerstoffgehalt des Wassers darf 30—35 % des Sättigungswertes nicht unterschreiten, wenn Aerobiose aufrechterhalten werden soll. Schon im freien Wasser, das einer Probenahme zugänglich ist, habe ich solch niedrige Werte gefunden (Tabelle 25 und 26, Textfig. 40), allerdings bei niedriger Temperatur; umso mehr sind sie im Bodenkontakt zu erwarten, wo auch vollständiger Sauerstoffmangel keine Seltenheit sein dürfte. Und hier dürften vielleicht sogar die meisten Eier liegen, wenn auch nicht unmittelbar nach den Laichen, so doch wenn sie durch den Wellengang von ihrer ursprünglichen Lage losgerissen worden sind.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass Hechteier besonders oft einem suboptimalen Sauerstoffdruck ausgesetzt werden, besonders in älteren Stadien, und dies entweder permanent — am Boden — oder vorübergehend im Zusammenhang mit dem nächtlichen Sauerstoffschwund. Im ersteren Falle muss der Erstickungstod folgen, im letzteren kann vielleicht das Vermögen zu Anaerobiose — in älteren Stadien wird (zwar bei höherer Temperatur) mutmassungsweise einige Stunden (s. S. 79) Sauerstoffmangel vertragen — das Ei retten. In derselben Richtung wirken auch die nächtlichen Temperaturminima mit demzufolge herabgesetzten Sauerstoffdruckbedarf. (HÖRHAMMER, 1912, ist der Ansicht, dass Eier, die auf verwesendem Gras oder Schlamm ruhen, sich nicht zur Schlüpfung entwickeln. S. doch BRUNDIN, 1946, und S. 108.)

Wie für die Befruchtung, so stellt auch für die Eientwicklung der Salzgehalt einen wichtigen Milieufaktor dar, und es erscheint glaubhaft, dass schon wenige ‰ empfindlichen Eiern schaden können, während Werte um etwa 10 ‰ eine normale Entwicklung verhindern.

Licht (wenn es sich nicht um sekundäre Erwärmung handelt) und mechanische Störungen dürften für die Eientwicklung in der Natur ökologisch belanglos sein. Wie es sich in der Natur mit Pilzangriffe und Eifeinden verhält habe ich nicht untersucht. Die grösste Gefahr des Befallenwerdens mit Pilzen, das daraus folgende Absterben benachbarter Eiern durch Erstickung, kann in der Natur bei der zerstreuten Lage der Eier nicht zur Auswirkung gelangen.

### III. Das Schlüpfen.

Wir lernten soeben die Schlüpfung als einen Vorgang kennen, der gegen äussere Einflüsse besonders empfindlich ist. Die kräftigen Temperatursteigerungen, die die Laichufer des Hechtes kennzeichnen, müssen den Schlüpfungsakt begünstigen (vgl. S. 89), ebenso die zeitweise intensive Beleuchtung (vgl. S. 91). Die Sauerstoffdruckherabsetzung dürfte auch oft eine verfrühte Schlüpfung herbeiführen; ob so geschlüpfte Larven lebensfähig sind, ist unsicher.

Über die Schlüpfungsprozent in der Natur war nichts bekannt, bis BRUNDIN jetzt das Ergebnis einer vorläufigen Untersuchung veröffentlicht hat (BRUNDIN 1946). In einer harmonisch oligotrophen See hat er Hechteier in Brutkasten auf verschiedenem Substrat bebrütet (Schlamm, Sand, Riedhalm) und Schlüpfungswerte von 9 bis 62 % von befruchteten Eiern erzielt. Ein klarer Unterschied zwischen verschiedenen Substraten tritt nicht hervor. Bei Versuchen im eutrophen Mälarsee fielen die Ergebnisse durchwegs schlechter aus, was er auf Sauerstoffmangel zurückführt.<sup>1</sup>

### IV. Die Larvenentwicklung.

Auch als Larve ist der Hecht gegen Milieuveränderungen besonders widerstandsfähig. Vorkommende Temperaturschwankungen der Laichgebiete dürften nie schädliche Werte erreichen. Der Sauerstoffschwund des Bodenwassers könnte zwar an und für sich eine Erstickungsgefahr ver-

<sup>1</sup> Im Jahre 1946 von SVÄRDSON (unveröff.) begonnene Untersuchungen lassen ein ziemlich hohes Schlüpfungsprozent im Mälarsee andeuten. Vielleicht ist meine Auffassung von dem schädlichen Einfluss der Sauerstoffgehaltsenkungen übertrieben.

muten lassen, doch muss beachtet werden, dass wir es jetzt mit beweglichen Larven zu tun haben, welche aus sauerstoffarmem Milieu entweichen können. Ob der Sauerstoffmangel als solcher perzipiert wird, ist unsicher, er wird doch von Unruhe begleitet und hat damit eine Ortsveränderung zur Folge.

## V. Zusammenfassung.

Als Schluss kann hervorgehoben werden, dass die zum Teil erstaunliche Widerstandsfähigkeit des Hechteies und der Hechtlarve, welche die experimentellen Untersuchungen dargetan haben, eine notwendige Vorbedingung ist für einen Fisch mit den Laichgewohnheiten des Hechtes.

Trotz der beträchtlichen ökologischen Amplitude der Frühstadien des Hechtes gibt es limitierende Faktoren.

Einen regionalen Faktor stellt der Salzgehalt dar. Schon ganz unbedeutende Salzkonzentrationen stören die Befruchtung und bei 6—7 bis 10 ‰ ist die Effektivität des Laichens so herabgesetzt, dass eine Bestandenserneuerung erschwert ist oder verhindert wird.<sup>1</sup>

Regionale Bedeutung ist auch der Temperatur zuzuschreiben, insofern als wiederholte Nachtfröste einen Ausfall von ganzen Altersklassen bewirken können (vgl. SCHUCHARDT 1928).

Als dritten Faktor möchte ich den Sauerstoffdruck hervorheben. Wenn dieser Faktor auch nicht regional wirkt, stellt er doch eine ständige Bedrohung der auf dem Boden abgelegten oder sekundär dorthin gesunkenen Eier dar. Ich glaube, dass, wenigstens in eutrophen See, ein grosser Teil der abgelegten Hechteier durch Erstickungstod im Eistadium daran gehindert wird, lebensfähige Brut zu werden. Ist aber nur erst die Schlüpfung glücklich überstanden, dürfte auch die Erstickungsgefahr überwunden sein.

<sup>1</sup> Von bedeutendem Interesse sind die Beobachtungen LARSENS, der 1943 erfolgreiches Hechtlaichen bei Bornholm konstatierte. Der Salzgehalt beträgt nach ihm bei Rønne 8 ‰, und das Laichen ging im Hafen vor sich (LARSEN 1944).

### III. ABSCHNITT

## DIE HECHTZUCHT

(Zusammenfassung der S. 118—158.)

---

Einige historische Daten über die Einführung der Glasbebrütungs-  
methode in Schweden werden gegeben.

Es wird eine kurze Darstellung der jetzt in Schweden benutzten Me-  
thoden geliefert, Hechteier in Brutgläsern zu bebrüten.

Auf Grund von 80 nach der Hechtlaichsaison 1943 eingesandten Proben,  
wo die Eier in *b*, *er*, *sf*, *ub*, *us-uk-hs-hk*, bzw. *eg*, *w* klassifiziert wurden,  
werden die Schwierigkeiten und schwache Punkte der Schwedischen  
Hechtzucht beurteilt. Es wird empfohlen: sorgfältigere Befruchtung (Be-  
vorzugung der Flaschenmethode von SUNDBERG), kürzere und sorgfältigere  
Eiertransporte evtl. mit Wasserwechsel und Umrühren (zwecks Vermeidung  
von *er* und *eg*) und sehr genaues Herauslesen aller toten Eier, die zu  
Pilzangriffen und Verklumpung Anlass geben (S. Tabelle 28).

Es werden die verschiedenen Einzelheiten bei der Zuchtarbeit kritisch  
behandelt, z. Teil komplettiert mit Untersuchungen besonders über Sauer-  
stoffverhältnisse (S. 147 und 149, Textfig. 52).

Als Endergebnis wird eine „Kurze Anleitung zur Hechtbrütung in  
Zuchtgläsern“ geliefert.

Anhangsweise wird eine übersicht beigefügt über die untersuchten  
Eischädigungen zur Hilfe bei Eianalysen.

# SVENSKSPRÅKIG DEL

---

## Inledning.

Gäddodlingen är i Sverige av en icke ringa omfattning, även om dess betydelse ofta måste anses vara föremål för en viss övertro.<sup>1</sup> Enligt Kungl. Lantbruksstyrelsens berättelse för år 1939 kläcktes detta år över 40 miljoner gäddyngel enbart vid de större fiskodlingsanstalterna, vartill således kommer en obekant mängd icke redovisat yngel.

Emellertid äro kläckningsförlusterna oroväckande stora, som nedanstående uppställning över kläckningsresultatet vid en del större anstalter år 1939 utvisar.

Anstalt	K l ä c k t y n g e l	
	milj. st.	% av inlagd rommängd
1	0,1	89
2	0,3	75
3	0,8	71
4	1,3	67
5	0,8	67
6	3,7	65
7	1,4	60
8	4,5	54
9	4,2	47
10	2,6	46
11	6,6	44
12	0,2	28
13	0,4	22
Summa	26,9	50

<sup>1</sup> Till gäddodlingens berättigande i olika fall har jag i detta arbete icke tagit ställning. Jag är fullt medveten om att man måste ställa sig skeptisk till utplanteringsverksamheten som den mångenstädes bedrivs. Jfr t. ex. HAGMAN 1946.

Man kan ej påstå att klarhet råder över orsakerna till dessa allvarliga förluster. Fiskodlingens män ha pekat på än den ena än den andra detaljen i konstbefruktnings- och kläckningsförfarandet, men likaväl som stundom varje metod tycks vara framgångsrik, giva de i andra fall dåliga resultat. Jag har fördenskull till behandling velat upptaga grundbetingelserna för befruktning och kläckning av gäddägg och under gäddleksåsongerna 1941—1943 utfört undersökningar huvudsakligen vid Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket vid Drottningholm. Därjämte ha studier bedrivits vid Dalälvens regleringsföretags fiskodlingsanstalt på Sollerön i Dalarna (1942), vid Statens laxodlingsanstalt i Mörrum (1943) och mera tillfälligt vid ett flertal övriga fiskodlingsanstalter. Resultaten av dessa mina undersökningar framläggas härmed.

Under arbetets gång har, som alltid är fallet, den ursprungliga planen måst ändras och utvidgas. Mängden av frågor, som uppställt sig, har medfört att de ej kunnat var och en behandlas så ingående som måhända varit önskvärt. Jag avser heller ingalunda att lägga fram slutgiltiga lösningar på ämnets talrika problem, utan vill tvärtom påpeka att vunna resultat i stor utsträckning äro att betrakta som preliminära. Jag hoppas dock hava åstadkommit en översikt över gäddans befruktning- och utvecklingsbiologi på vilken en fortsättning skall kunna byggas.

Då de försök och resultat som behandla mera generella problem torde kunna påräkna ett allmännare intresse än de praktiska frågorna, som huvudsakligen beröra svenska förhållanden, ha de två första avsnitten — den experimentella och den biologiska delen — framlagts på tyska språket, det tredje avsnittet däremot — gäddodlingen — på svenska, varvid korta sammanfattningar lämnats på det andra språket. Sålunda har arbetet kommit att sönderfalla i en tyskspråkig och en svenskspråkig del.

Jag vill även i inledningen till denna del, vars huvudparti behandlar gäddodlingen, betona att jag i alltför ringa grad har erfarenhet av praktiskt fiskodlingsarbete. Det praktiska värdet av mina rön för fiskodlingen hade helst bort prövas en längre tid innan deras betydelse kan bedömas. Det är emellertid min förhoppning, att andra bli i tillfälle att utföra denna efterprövning.

Slutligen vill jag tacka dem som möjliggjort och underlättat mina undersökningar, varvid jag särskilt nämner föreståndaren för Fiskeriundersökningsanstalten, byråchefen fil. dr GUNNAR ALM samt fiskmästare HILDING ANDERSSON (tidigare föreståndare för fiskodlingsanstalten på Sollerön), vilken står såsom medförfattare till den avslutande handledningen i gäddodling i glas. Även andra statens och hushållningssällskapens fiskeritjänstemän är jag stor tack skyldig för visat intresse och lämnad hjälp i olika avseenden.

## I AVDELNINGEN

# EXPERIMENTELL DEL

(Sammanfattning av sid. 8—95.)

---

## Kapitel 1. Befruktningen.

### A. Mjölke och rom.

#### I. Mjölke.

Gäddspermiers allmänna utseende visar textfig. 1. Mjölken innehåller på 1 ccm över 20 miljarder spermier. Gäddspermien rör sig, simmande i spiral, först vid beröring med vatten (och andra medier).

Simtiden i sötvatten är vid 5° ca 2 min., vid 10° ca 1,5 min. och vid 15° ca 1 min. (textfig. 3). Befruktningstid (textfig. 4) och simtid stämma väl överens. Simhastigheten är till en början hög — kring 100  $\mu$ /sek. e. d. — för att mot slutet av simtiden sjunka till mycket låga värden. En spermies totala simsträcka rör sig om 2 à 3 mm. Befruktningsområdet är således litet. I ett fall visade sig spermiekoncentrationen bära uppgå till 500 000 000 st./l för en god befruktning, d.v.s. en mjölkedroppe på ungefär 0,02 ccm utspädd i 1 l vatten.

Vid saltkoncentrationer överstigande ca 10 ‰ är spermernas rörelseförmåga väsentligt nedsatt.

Spermier simma mycket länge i romvätska och kunna däri, även utan tillsats av vatten, tränga in i äggen.

Gäddmjölke är under gynnsamma betingelser (låg temperatur) hållbar i »torrt» tillstånd och användbar för befruktning i ca 2 dygn.

Någon sterilitet hos gäddhanar har jag icke påträffat.

#### II. Rom.

En 2-kilos gäddhona kan hålla ca 40 000 romkorn (textfig. 7). Volymen hos ett osvällt gäddägg uppgår till 6,5—9 cmm.

När rom kommer i beröring med vatten sväller rommassan med 100 à

150 %, det enstaka ägget sväller till en volym av 8—12,3 cmm eller med 25—40 %. Äggstorleken följer i viss mån moderfiskens storlek. Svällningen varar ca 1 timme.

I vattnet hårdnar även äggskalet och efter ca 3 minuter framträder en klibbig het som i huvudsak är försvunnen efter ungefär 1 timme. Vidare tillslutes mikropylekanalen så att redan efter 1 minut (10°) den befruktande spermien ej längre kan intränga (textfig. 12).

I samband med svällningen står en koncentration av groddplasman till gulan ena pol, mitt under mikropyle, och efter 2—3 timmar börjar gulan »rotera» inne i äggskalet (fig. 1—4, pl. I).

I saltvatten försiggår svällningen sämre (textfig. 14) och stänges mikropyle — åtminstone vid salthalter över några få ‰ — långsammare.

Rom är med helt bibehållen befruktningförmåga säkert hållbar såsom torr blott få timmar efter kramningen (textfig. 17 och 18).

## B. Befrukningens ekologi.

Med felfritt avelsmaterial bör en konstbefrukning ej giva under 95 % befruktade ägg.

Vid undersökning av ägg ca ett dygn efter befruktningen påträffas följande kategorier:

	Pl. I—III fig.	beteck- ning
osvållda och halvsvållda ägg .....	1, 2, 38, 39	<i>us, hs</i>
okoncentrerad och halvkoncentrerad groddplasma .....	2, 3, 39	<i>uk, hk</i>
groddplasma koncentrerad men odelad (utseende som 1-cell- stadiet; ägget obefruktat) .....	4, 45	<i>ub</i>
groddplasma koncentrerad, ± avsnörd, utan äkta delning (ägg obefruktat) .....	29, 30, 48	<i>ub</i>
groddplasma koncentrerad, delad (ägg befruktat, normalt) ..	5—12, 48, 44, 46, 47	<i>b</i>
groddplasma mer eller mindre delad, koncentrerad samt upplöst (kvävningssymptom) .....	25, 27, 28, (44)	<i>er</i>
grodd oregelbundet kluven eller formad (i regel saltskada) ....	31, 32, 33, 34	<i>ab, sf</i>
gulan hopsjunkna .....	26, 49	<i>eg</i>
ägg helt eller delvis ogenomskinligt .....	55	<i>w</i>

*Us, hs* samt *uk, hk* äro omogna eller övermogna ägg, även sådana ägg som förvarats »torrt» för länge. Rom från saltsjön ofta *us*.

*Ub* (utebliven befruktning) torde kunna bero på omognad, övermognad men i regel på förtidigt slutna mikropyle. (Under förutsättning att spermier verkligen haft tillträde till ägget. Vid dåligt utförd befruktning stiger andelen *ub*.)

*Er* är kvävningföreteelser, *ab* abnormala ägg samt *sf* karakteristiska felaktigheter på material från saltsjön eller med salt vatten befruktad rom.

*Er* och *w* anger skada på gulfmembranen och torde i allmänhet bero på stötskada och annan yttre påverkan eller avdöende av andra orsaker (t. ex. hos obefruktade ägg).

Befruktning försiggår mellan nära 0° till över 30° och även vid frånvaro av syrgas i vattnet. Ökas kolsyrehalten så att pH sjunker under 6 erhålles dålig befruktning. Icke blott höga utan även mycket låga salthalter (2—4 ‰) sänka befruktningsresultatet.

## Kapitel 2. Äggutvecklingen.

### A. Det befruktade ägget.

Utvecklingsstadierna från befruktning till kläckning åskådliggöras på pl. I och III. Utvecklingsgraden föreslås angiven i %, då nämligen dygnsgradtalet ej är konstant utan varierar med temperaturen (textfig. 28). Det senare kan dock begagnas för praktiskt bruk och upptagas till 120 d° för utveckling fram till kläckning, vilken således skulle motsvara 100 % utvecklingsgrad. Se tabell på sid. 65.

Låga temperaturer under ca 3° torde vara skadliga för äggutvecklingen och över 20° kan man endast tillfälligtvis gå. Mot temperaturvariationer mellan dessa extremer är härdigheten stor.

För att kunna tillfredsställa sitt syrgasbehov fordrar gäddägget ett med temperatur och utvecklingsgrad stegrat syrgastryck. Härdigheten gentemot fullständig brist på syrgas minskas från kanske ½ dygns syrgasbrist till några timmar alltefter utvecklingsstadium och temperatur.

Befruktade gäddägg kunna kläckas i salt vatten upp till 10 ‰ salthalt. Redan vid lägre salthalter uppträda emellertid defekter på grodd och embryo och resultatet blir icke fullgott.

Ljuset inverkar ej på äggutvecklingen (men på kläckningen).

Äggets tryckhållfasthet på olika stadier framgår av textfig. 36 (efter SCHÄPERCLAUS).

Äggets stötkänslighet visar textfig. 37.

### B. Det obefruktade ägget.

Fig. 29, 30, 45, 48, pl. II och III visa det obefruktade äggets utseende i olika »stadier». Textfig. 37 åskådliggör dess stötkänslighet och textfig. 38 dess vitnande få dygn efter kramningen.

### Kapitel 3. Kläckningen.

Fig. 56 pl. III visar det normala kläckningsförloppet; fig. 57 och 58, pl. III andra förlopp. Vid så kallad gulblåsekläckning (fig. 57) erhållas sällan livsdugliga larver.

Tidpunkten för kläckningen är beroende icke blott på embryots mognad utan även av äggskalets uppmjukning och yttre faktorer. Kläckningen är således ej ett exakt uttryck för ett bestämt utvecklingsstadium.

Hög temperatur stimulerar kläckningen; den bör dock ej gärna överstiga 20°, då sannolikt kvävningsföreteelser spela in. Syrgasbrist framkallar hos omogna ägg förtidig kläckning men så ej alltid hos kläckfärdiga ägg. Ynglet ofta svagt vid syrgasbrist under kläckningen.

Ljus stimulerar kläckningen (eventuellt sekundärt genom uppvärmning). Någon påverkan på kläckningen genom mekanisk retning (skakning) kunde ej iakttagas.

### Kapitel 4. Yngelutvecklingen.

Fig. 35—37, pl. II visar gäddynglets utseende olika tid efter kläckningen.

Ca 5 dygn efter kläckningen (15—17°) har ynglet gas i simblåsan. Denna första gasblåsa måste hämtas från luften. Ynglet kan därefter börja simma fritt.

Gäddyngel uthärdar att för kort tid utsättas för extrema temperaturer från 0—35°.

Fullständig syrgasbrist uthärdas av nykläckt yngel någon timme, av simfärdigt yngel blott 5 minuter.

Gäddyngel uthärdar (enligt VALLIN) upp till 10 ‰ salthalt.

## II AVDELNINGEN

### BIOLOGISK DEL

(Sammanfattning av sid. 96—109.)

---

#### A. Hydrografi på gäddans lek område.

Undersökningar över de hydrografiska faktorerna på gäddans lekstränder — temperatur, syrgashalt, pH — visa oerhörda dygnsvariationer (textfig. 40).

#### B. Gäddans lek.

Gäddlek iakttoogs i akvarium. En särskild utsprutningsmekanism för mjölken sannolik. Honan avger under leken upp till 100 ägg i stöten med några minuters mellanrum. Hon måste följaktligen leka under flera dygn.

#### C. Ekologi.

*Befruktningen* sker i naturen synnerligen effektivt, sannolikt fås lika god befruktning som vid konstbefruktning. Med undantag av salthalten torde de ofta extrema miljöfaktorerna ej hindra själva befruktningen.

*Äggutvecklingen* hotas av låga temperaturer — nattfroster — och syrgasbrist. Den senare torde kunna giva allvarliga förluster, framför allt bland den rom som hamnar på botten i näringsrika sjöar.

Salthalten inverkar störande på äggutvecklingen och ca 10 ‰ torde vara absolut maximum.

*Kläckningen* kan sannolikt taga skada av syrgasnedsättning.

*Yngelutvecklingen* torde försiggå utan att hindras av behandlade miljöfaktorer. Salthalter upp till 10 ‰ uthärdas.

Sammanfattningsvis kan sägas att salthalten utgör en regionalt begränsande faktor med gräns vid 6 à 7—10 ‰.

Regional faktor är även temperaturen därigenom att nattfroster kunna hindra utvecklingen av hela årsklasser.

En lokal faktor slutligen är syrgashalten, som torde fordra en viss tribut av den lagda rommen.

### III AVDELNINGEN

## GÄDDODLING

---

### A. Historisk översikt över gäddodlingen i Sverige.

Redan få år efter det att konstbefruktning av fiskrom mera allmänt börjat praktiseras på kontinenten är planer å bane att odla gädda i en föreslagen fiskparkanläggning vid sjöarna Valloxen och Säbysjön i Stockholms län (WIDEGREN 1864). Gädda har också verkligen odlats (WIDEGREN 1866) men sannolikt i mycket obetydlig omfattning och nämnes ej i en redogörelse för fiskodlingsverksamheten år 1867. I själva verket påträffar man gäddan i berättelserna över den statliga verksamheten först efter år 1910 (Lantbruksstyrelsens berättelser).

Det har vid denna tidigare mera försöksmässiga gäddodling uteslutande rört sig om kläckning i korgar eller lådor. Redan från år 1913 föreligger emellertid ett meddelande om kläckningsförsök i Aneboda i »apparater», varmed torde ha avsetts sikromkläckningsglas (Södra Sveriges fiskeriförenings årsberättelse för år 1913 enligt uppgift från dr H. NORDQVIST).<sup>1</sup> Rommen, som varit behandlad med potatismjöl, gav ett kläckningsresultat överstigande 50 %. (Dylika försök att till undvikande av hopklibbning begagna uppslammat potatismjöl gjordes i Aneboda redan 1908; O. NORDQVIST 1909). Någon nämnvärd efterföljd måtte emellertid dessa försök i Aneboda ej ha vunnit.

Våren 1927 inlades på initiativ av fiskeriintendenten H. ÅGREN i den då nyuppförda fiskodlingsanstalten på Sollerön av fiskmästaren därstädes, H. ANDERSSON, 210 000 st. gäddrom i sikkläckningsglas. »Redan vid detta första försök blev resultatet bäst med sikglaset» (i jämförelse med resultatet i kläckningslådor). »I dem erhöles 79 % men i lådorna endast 56 % av inlagd rom. Våren 1928 gav glasetmetoden ännu bättre resultat. Det inlades 375 000 rom i glas och 205 000 i lådor. Kläckningsresultatet blev 80 % i glaset och 38 % i lådorna. Då glasetmetoden sålunda visat sig betydligt överlägsen lådmetoden, övergavs den senare alldeles och från och med våren 1929 har endast glasetmetoden kommit till användning vid Solleröanstanthen

<sup>1</sup> I Tyskland hade gädda redan länge kläckts i glas (V. D. BORNE 1895).

för kläckning av gäddrom». (Meddelat i brev av f. fiskeriintendenten H. ÅGREN.) T. o. m. år 1943 har i Solleröanstalten över 50 miljoner st. gäddrom inlagts och kläcks i en utsträckning, som under de sista 6 åren varierat mellan 85 och 92 %.

Det goda exemplet följdes småningom alltmer allmänt och man torde icke överdriva om man för närvarande skattar den årliga mängden i kläckningsglas inlagd gäddrom i landet till 100 miljoner eller däröver.

Stor osäkerhet och talrika misräkningar ha kännetecknat gäddodlingsarbetet med kläckningsglas under dess första år. Emellertid har ett energiskt arbete nedlagts av fiskeritjänstemän och andra intresserade och fört till ständiga förbättringar och viktiga erfarenheter. Så har man alltmer allmänt övergått till den av SUNDBERG (1932) lanserade metoden att befrukta i slutna flaskor och ett för gäddkläckning specialkonstruerat glas har införts av G. ARVIDSSON. Trots detta har man emellertid, som starkt känts och ofta påpekats, ej nått den säkerhet i gäddyngelproduktionen som måste framstå som ett viktigt mål för fiskodlingsverksamheten i landet.

## B. Gäddkläckning i glas.

Ehuru gäddkläckning i glas fått en allt större betydelse bör man emellertid ännu ej aldeles förkasta den äldre metoden med kläckningslådor. I varje fall bör man, till dess att full klarhet skapats rörande betydelsen av småutplanteringar av gäddyngel, framhålla den senare metoden som den enskilde fiskarens sätt att nyttiggöra den rom han genom lekfiske hindrar vårgäddorna att leka ur sig förutsatt att rommen ej kan läggas in i någon kläckningsanstalt. Kläckning i glas däremot kan blott i undantagsfall utföras av enskilda; det blir föreningars och hushållningssällskaps angelägenhet. Medan lådmetoden, där förutsättningarna för naturlig lek i ett vattdrag äro goda, säkerligen icke är överlägsen denna och ej bör tillgripas annat än för att rädda eljest tillspillogiven rom (vilket även kan ske genom utspridandet av den befruktade rommen på lekplatserna), har glaskläckningsmetoden enligt min mening redan vid normalt utbyte avsevärda fördelar. Andelen utplanteringsfärdigt yngel — 70—80—90 % av inlagd rommängd bör man kunna uppnå — torde väsentligt överstiga vad naturen kan producera (se BRUNDIN 1946)<sup>1</sup> och därtill kommer att man behärskar fördelningen av de blivande gäddorna.

<sup>1</sup> BRUNDINS värden på naturlig kläckningsprocent torde vara optimala (oligotrof miljö). Dock har SVÄRDSON nyligen även för Mälaren erhållit goda värden.

Medan man får kalla gäddromkläckning i låda för en »naturlig» metod, måste kläckning i glas sägas vara mera konstlad. Av dylika metoder har man emellertid på andra håll för vissa fiskslag begagnat andra nämligen kläckning i fuktig luft samt i icke genomrinnande vatten som blott omrörts (se t. ex. BARODIN 1927). Jag har i förbigående prövat båda metoderna för gäddrom och funnit att den förra misslyckas, då gäddrommen på grund av sin ringa storlek ej kan i större mängd ligga tillräckligt luckert för att tillåta erforderlig luftning av romlagren. Vid den senare metoden — som dock borde prövas mer ingående — är det tekniskt svårt att åvägabringa effektiv cirkulation som samtidigt är skonsam nog; såväl propelleromrörning som luftbubbling försöktes.

## I. Nu begagnade metoder.<sup>1</sup>

Mycket är skrivet om gäddkläckningsmetoder såväl fullständiga handledningar som smärre iakttagelser och notisen. Skilda uppfattningar komma härvid ofta till synes. Försök till kritisk samling och granskning av metoderna äro ytterst sällsynta, först helt nyligen har OLOFSSON (1941) publicerat en kortfattad sammanställning. Den senaste fullständiga instruktionen för gäddodling i glas är uppgjord av MOLIN 1941.

Bland utländska författare på gäddodlingens område märkas SEGERSTRÅLE (flera uppsatser i Svensk Fiskeritidskrift) samt HEUSCHMANN (sammanställning av tyska förhållanden i Handbuch der Binnenfischerei — 1940).

För ofullständigheten i nedanstående sammanställning ber jag på förhand om överseende.

### a. Avelsmaterial.

Sällan eller aldrig torde vid gäddodlingen något målmedvetet avelsurval äga rum i syfte att förbättra gäddstammen. Det förefaller mig som om i allmänhet varje lekmogen gädda toges; erfarna odlare äro dock noga med avelsfisken. Stundom ser man diverse viktgränser angivna (HEYKING 1909, MICHAELIS 1909, GOTTBERG 1927, HEUSCHMANN 1940) och påträffar uppgifter om sämre rom hos mycket stora honor (HOPKE 1938, m. fl.). Även söker man allt efter sin kunskap på området undvika moderfiskar med av andra orsaker dålig rom. Hit räknas:

- »hårda» (hårdkramade, icke mogna) gäddor,
- halvlekta gäddor,
- rom med hårda (svällda) romkorn,

<sup>1</sup> Till stor hjälp vid nedanstående sammanställning ha varit samtal med skilda fiskeritjänstemän och fiskodlare i landet samt icke minst den diskussion som upptecknades efter ett föredrag av förf. vid Föreningen Sveriges länsfiskeritjänstemäns årsmöte i Stockholm den 15 mars 1944.

vattnig rom,

rom med gula prickar i romkornen (SEGERSTRÅLE 1922, 1941 a),

blodig rom.

SEGERSTRÅLE (1922, 1941 a) påpekar även att rom, ehuru till utseendet normal, kan vara utrustad med för liten gulmassa.

God anses den rom vara, som flyter lätt och jämnt utan klumpbildning och vid lätt tryck på fiskens buk. Det enskilda romkornet skall vara mjukt, ogenomskinligt gult.

Gäddhanen har man ansett kunna vara steril.

Man har funnit att döda gäddor — om de ej varit döda för länge — kunna innehålla användbar rom och mjölke (SVENSSON 1931, Anon. 1945), samt att saltsjögädda ofta givit dåligt resultat.

I vilken utsträckning gäddorna tåla sumpning är ej helt utrett. HÖRHAMMER (1912) uppger att han ej fick gäddor att mogna i fångenskap. ORSCHLER (1938) anser dammar nödvändiga för att hålla lekfisk. Några till flera dygns sumpning tycks dock vara ofarlig och att hårda gäddor mogna i sump är ej ovanligt. GOTTBERG (1921) anför dock ett fall där rommen resorberades av omogna gäddor i sump. I allmänhet är nog fiskodlaren rädd för rom från för länge sumpad fisk.

### b. Kramning.

Kramningstekniken är synnerligen varierande och på de olika handgreppen går jag ej in. Man tycks emellertid vara överens om att den måste ske tämligen varsamt, detta för att ej omogen rom skall kramas ut ur delvis eller helt hårda gäddor. I allmänhet understrykes att man skall undvika slem, urin och exkrementen i romkärlet samt att blod är skadligt (SVENSSON 1931, se dock WIDERBERG 1940). Med fördel kramas gäddorna just dödade eller håller man dem med tidningspapper eller en torr trasa (EKMAN 1914). Hanarna kramas egentligen blott i analtrakten och sparas ofta för att kramas på nytt efter en stund eller längre tid.

SUNDBERG låter stundom gäddorna gå något i uppvärmt vatten, enär de då lättare skola avgiva rom eller mjölke.

Att kramningen bör ske så att allt fuktande av rom och mjölke undviks, är allmänt erkänt, där den torra befruktningssmetoden begagnas.

### c. Befruktning.

Den våta befruktningen är så gott som fullkomligt övergiven för den torra. Ofta låter man befruktningen ske i öppna kärl; emaljerade handfat e. d. Därvid har först upp till halvannan liter rom kramats ut i kärlet och

därovanpå mjölken. Efter en första omrörning (som ibland överhoppats) med fjäder, fiskstjärt, e. d. har vatten påhållts och ytterligare omrörning skett. Rommassan har därefter fått stå olika länge; dessförinnan har sköljning stundom skett, stundom icke.

Ofta har man tillrättats att fukta befruktningsskålen (SVENSSON 1935, ALM 1936, MOLIN 1936, SEGERSTRÅLE, TÄGTSTRÖM 1944).

SUNDBERG införde den s. k. flaskbefruktningen (SUNDBERG 1932). Härvid begagnas en vanlig literbutelj eller ännu bättre ett 1—2-liters konservglas med patentlås (MOLIN 1941) i vilken rommen, gärna via en tratt, fylles ungefär till hälften. Mjölken har så strukits ned utefter flaskhalsens insida, varefter vatten fyllts på och flaskan några gånger välvts upp och ned (4 minuter enl. MOLIN 1936. Han anger även att korken bör tagas bort ibland så att luften får tillträde). Innehållet i flaskan har i allmänhet efter några minuter, innan hopklibbningen börjat, och eventuellt efter sköljning tömts över till annat, större kärl. Bra anses därvid vara att hålla flaskmynningen under vattenytan i det större kärlet. Detta för att undvika kluckning i flaskhalsen.

Vid befruktningen tager man i allmänhet flera hanar till varje romparti, detta dels för att vara säker om att mjölkemängden skall vara tillräcklig, dels för att gardera sig mot den påstådda risken för sterila hanar. (HEYKING, 1909, rekommenderar dock »einem gleichgrossen Milchner».)

Vissa fiskodlare anse att befruktningresultatet försämras av kyla (WIDERBERG 1940) samt — vid befruktning i skål — blåst (ARVIDSSON 1937).

Befruktning med rom och mjölke som transporterats var för sig efter kramningen har blott sällan skett (TÄGTSTRÖM 1937, SEGERSTRÅLE 1932, 1940).

Sköljningen är ett omdebatterat moment i befruktningproceduren. Medan man stundom är mycket noga med att skölja i flera vatten (WIDERBERG 1940) tills detta blivit fullkomligt klart och bland annat menat att klibbigheten på detta sätt minskade (se HEUSCHMANN 1940), ha andra bestämt avrått från sköljning — delvis med samma motivering (MOLIN 1941). Även äggens påstådda stora ömtålighet de första timmarna skulle göra sköljning riskabel (MOLIN 1941). Numera torde sköljningen nog i allmänhet anses som tämligen oviktig (ARVIDSSON 1937, m. fl.).

Vad klibbigheten beträffar har man velat nedsätta denna genom befruktning i vatten vari potatismjöl varit uppslammat, (O. NORDQVIST 1909. Enligt SCHUCHARDT, 1938, har metoden ej uppmuntrat till efterföljd).

#### d. Romtransport och inläggning i glas.

På romtransporten ställes mycket skiftande fordringar. I enklaste fall uteblir den — om befruktningen skett på den plats där kläckningsglaset är uppställt. Eljest gäller det transporter med olika transportmedel och under tidsrymder upp till ett dygn och mera. (Ej över 10 timmar enligt SCHUCHARDT 1938.) Man har vanligen transporterat rommen, sköljd eller osköljd, i hinkar eller mjölkflaskor med vatten — stundom specialkonstruerade och med omröringsmöjligheter (SEGERSTRÅLE 1940) — eller efter svällningen »torr» i omsorgsfullt inpackade tygpåsar (SUNDBERG). I något fall har rom och mjölke transporterats sammanblandade innan vattentillsättningen skett. Transporten har i detta fall ej ansetts böra överstiga 4 timmar. SEGERSTRÅLE (1940) redogör för transport av torr rom och mjölke var för sig, den senare i slutna glasrör i rommassan.

Ofta har man ansett det nödvändigt att långsamt förändra temperaturen i transportkärlet för att nå överensstämmelse med kläckningsvattnets temperatur innan rommen lagts i glaset.

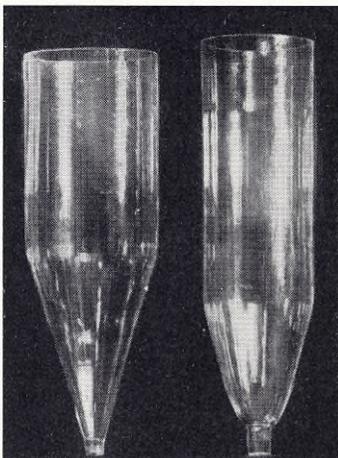
Medan man i allmänhet lagt in rommen i glas så snart man haft möjlighet härtill, tillrådes på vissa håll (MOLIN 1941) att rommen bör stå stilla i transportkärlet med det mjölkeblandade vattnet under en tid av 4—5 timmar, detta bl. a. emedan rommen under denna tid vore särskilt ömtålig.

Glaset brukar fyllas till hälften à 2/3. Ofta sättes vid och efter ifyllningen rommassan i kraftig cirkulation för att sköljas (under en halv minut enligt MOLIN 1936).

#### e. Skötsel i kläckningsglaset.

För kläckning av gäddrom har man begagnat såväl de äldre sikglasen på upp till 10 liters rymd, nedtill avslutade med en rätsidig kon, som nyare specialglas på 5 eller 9 liter, vilka äro smalare samt kupade nedtill (textfig. 41) och ha en inre diameter på ansatsröret av ca 20 mm eller mera. För sikkläckning begagnas vid Fulltoftaanstalten (Skåne) samma glas som vid gäddkläckning men med insatsrör av hårdgummi för erhållande av den skarpare vattenstrålen för sikrom. EMSING (1939) rekommenderar ett glas, som skall giva lugnare cirkulation med central uppåtgående ström (textfig. 42). I Tyskland har nyligen lanserats en ny glastyp (KANNEGIETER 1939, textfig. 43). Den påminner om äldre apparater av v. d. BORNE (1895) och dess eventuella fördelar synes mig knappast kunna uppväga det högre pris detta glas måste betinga.

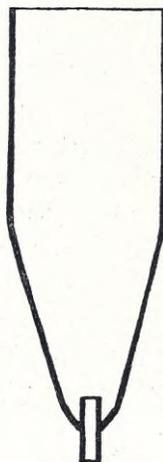
På glasens uppställning och anstalternas konstruktion går jag ej in. Visserligen vore en kritisk sammanställning av värde, men vid åtminstone de



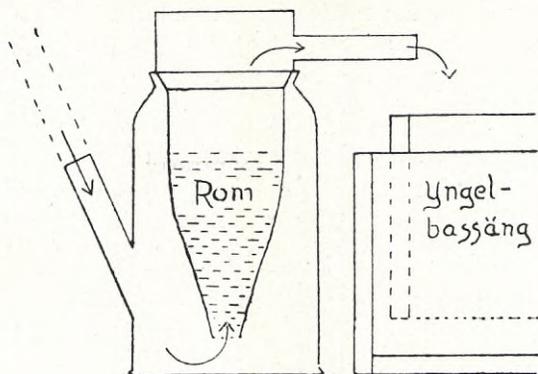
Textfig. 41. Två kläckningsglastyper. Sikglas och ARVIDSSONS gäddglas. Foto H. WIDERBERG. — *Zwei Brutglastypen.*

större anstalternas tillkomst torde statens fiskeriingenjör ha ett ord med i laget, vilket borgar för att nya synpunkter bli beaktade. Landets senaste större fiskodlingsanstalt, Indalsälvens regleringsförenings anstalt vid Mörsil, förefaller att vara mycket lyckad. Här ha trevägskranar begagnats under glasen.

Gäddrommens skötsel under äggens utveckling i glasen avser reglering av vattentillförseln, eventuellt temperering av kläckningsvattnet, omrörning och bortplockning av döda ägg.



Textfig. 42. Gäddglas enligt EMSING (1939). — *Hechtglas n. EMSING.*



Textfig. 43. Gäddglas enligt KANNEGIETER (efter DAHR 1940). — Hechtglas n. KANNEGIETER.

Man är i allmänhet ense om att genomströmningen under de första dyggen bör hållas så svag att rommen då ej eller knappast cirkulerar (HÖRHAMMER 1912, ARVIDSSON, WIDERBERG 1940, MOLIN 1941). Detta gör den för övrigt knappast utan att då och då röras om. Vid begagnandet av specialglasen tycks stundom cirkulation av rommen tillämpas redan från början. Man påträffar uppgifter på de första dygnens genomströmning varierande mellan 0,2 och 5 liter per minut. Enligt HÖRHAMMER (1912) behöver det vara blott så mycket att vattnets syre räcker till. Senare ökas genomströmningen så att rommassan kommer i rörelse, varvid man eftersträvar en central uppåtriktad ström vilket resulterar i perifera nedåttströmningar. Strålen får dock ej vara för skarp (HÖRHAMMER 1912, m. fl.).

Vattentemperaturen under utvecklingen blir i allmänhet den naturliga hos det vattendrag varifrån anstalten spisas. Stundom finnas dock anordningar för uppvärmning (t. ex. WIDERBERG 1940), vid någon anstalt i kombination med viss cirkulation och luftning av kläckningsvattnet (PETERSON 1945). Man anser nämligen att äggutvecklingen förlöper med mindre dödlighet vid högre temperaturer (ARVIDSSON 1931, BJÖRNEMARK 1937, MOLIN 1941), 8° eller däröver, ja, man har hållit ända upp till 18° (MOLIN 1941). Särskilt i Tyskland har man framhåvt nattfrostersnas skadlighet (SCHUCHARDT 1928, 1937, HOPKE 1938; i Sverige även ARVIDSSON, BJÖRNEMARK, TIDEMAN m. fl.) och på vissa håll tager man där uppvärmningsanordningarna i bruk blott nattetid (KANNEGIETER 1938, se även HEUSCHMANN 1940). 3—4° vore en kritisk temperatur för romutvecklingen.

Omrörning av rommassan med en fjäder eller dylikt (textfig. 51) sker för att hindra den tendens till klumpbildning som uppkommer dels genom rommens klibbighet under de första dygnen, dels genom senare uppträdande påväxt av svampar och andra organismer och som hämmar eller hejdar cirkulationen och därmed vattenväxlingen i större eller mindre partier av rommassan. I några fall avrådes från all omrörning under de första dygnen. MOLIN föreslår omrörning två gånger per dygn.

Bortplockning av döda ägg anses av framstående odlare som en synnerligen viktig detalj (MOLIN 1941, H. ANDERSSON) mot vilken det syndas svårigen. Ju fler döda ägg ju lättare får svampinfektionen fast fot, ju viktigare blir det att rensa glaset. Kläckningsglaset lära ju vara självrensande och visst är att en rand döda ägg gärna samlar sig upptill på rommassan vid glaskanten, vilka lätt borttagas med håv eller hävert. Men även döda ägg cirkulera i stor utsträckning med den övriga rommassan, och då bli de för eller senare utgångspunkt för svampangrepp och en klumpbildning. Viktigt är då att snarast med grövre håv eller såll få dylika klumpar avlägsnade. Bortplockning av rom anses ofta på grund av äggens större känslighet på tidigt stadium böra uppskjutas till efter de första dygnen.

Man föreställer sig stundom att obefruktade ägg vitna genast vid inläggningen, medan det på andra håll står klart att det sker senare.

Tämligen allmänt torde man räkna med en utvecklingstid av ca 120 dygnsgrader, d. v. s. summan av medeltemperaturen under varje dygn efter befruktningen utgör ca 120 vid kläckningen.

#### f. Kläckning.

I allmänhet låter man numera kläckningen ej försiggå i glaset. När i ett glas kläckningen påbörjats har dess innehåll hållts över i yngelbassängen, varvid man med fördel begagnat sig av ramar med metallduk för att sälla ut ynglet medan okläckta romkorn blivit kvar på sållet (MOLIN 1941) och eventuellt återförts till glaset (MOLIN 1936). I några fall får kläckningen gå ganska långt i glaset, varvid som fästpunkter för ynglet insättes en enriskvist (H. ANDERSSON, MOLIN). Speciella kläckningsrännor finnas vid Fuse i Jönköpings län.

Den gynnsamma inverkan av en temperaturförhöjning är man på det klara med och anser även ljuset befordrande för kläckningen (ARVIDSSON 1937, TIDEMAN).

### g. Yngelvård och utplantering.

I yngelbassängerna har man tidigare i regel haft ris av något slag för ynglet att fästa sig på. Detta kan emellertid göra bassängerna svårskötta, svårare att överblicka och kan gynna uppkomsten av syrgasbrist. (Se dock SUNDIN 1945.) På många håll begagnas fördenskull numera i bassängerna nedhängande stora stycken av tyg eller metallduk, varjämte man kan ha vattentillrinningen så arrangerad, att stagnerande bottenvatten eller ansamlingar av dött yngel ej kan uppkomma (Östuna; Carlslund, G. SVENSSON 1944). Metallduk anses på vissa håll lämpligare än tyg (G. SVENSSON m. fl.).

Utplanteringen bör ske när ynglet simmar fritt och att det ej får gå för länge i bassängerna påpekas ofta (ARVIDSSON 1937, SEGERSTRÅLE 1941 m. fl.).

Vid yngeltransporterna är faran för kvävning stor; nedkylning och omrörning, eventuellt luftning tillämpas (TÄGTSTRÖM 1937). Man är stundom noggrann med att sprida ynglet utefter stränderna och se till att det får skydd (C. A. SVENSSON).

## II. Befruktnings- och kläckningsresultat.

Redan ha anförts siffror, som visa att utbytet av gäddodlingen vid kläckning i glas som genomsnitt ej nämnvärt torde överskrida 50 %. Talrika undantag finnas dock, och det är att hoppas, att framsteg på området skall kunna förbättra resultaten.

För att kunna erhålla en uppfattning om de vanligaste orsakerna till dåliga kläckningsresultat utsände jag våren 1943 till 11 st. gäddodlingsanstalter eller län tillhoppa 170 st. provrör med begäran om prov av rom inlagda i rörens fixeringsvätska ca ett dygn efter befruktningen. En analys på detta stadium borde kunna giva besked om frekvensen av obefruktade, transportkvävda, skadade eller på annat sätt onormala ägg. Som experiment med lämpligaste fixeringsvätska ej hunno utföras, valdes BOUINS vätska (15 delar pikrinsyra, 5 delar formalin 40 %, 1 del isättika).<sup>1</sup> Det visade sig emellertid att det i vissa fall var tämligen svårt att på det sålunda fixerade materialet klassificera äggen. De ha fördenskull uppdelats blott på följande grupper (jfr sid. 114):

*b* = befruktat ägg

*er* = befruktat men med kvävningssymptom. Gränsen till *b* oftast svår att draga. Äggen torde i allmänhet ej utvecklas normalt

<sup>1</sup> Numera föredrar jag 4 % formalin.

Tabell 28. Befruktningsskontroller. Se texten sid. 127.

Rör nr	Anstalt eller län	Befruktare	U p p g i f t e r r ö r a n d e			
			befruktning	romtransport	romutveckling	dödlighet %
1	2	3	4	5	6	7
1	I	A	Ej romsköljning	2 tim. i bil, buss, cykel	—	55
2	»	B	—	3—4 tim. i tygpåse	—	70
5	»	A	—	4 tim.	—	70
6	»	B	—	3 tim. i tygpåsar	—	55
7	»	B	—	3 tim. i tygpåsar	—	85
11	II	A	4°	6½ tim. i vatten, skjuts + järnväg	många ägg vitnade vid inläggning.	—
12	»	B	Delvis utlekta, 4,5°	Cirka 12 tim. i vatten		—
13	»	B+C	Delvis utlekta, 4,5°	Cirka 7 tim. i vatten, bil + järnväg		—
14	»	B+C	Delvis utlekta, 4,5°	Cirka 12 timmar i vatten, bil + järnväg		—
15	»	B	—	3 tim. i vatten, bil		—
25	III	A	Saltvatten (saltsjögädda)	1 tim. i vatten, bil	vattenstagnation ½ dygn efter 2 dygn	98
29	»	A	Sötvatten (saltsjögädda)	1 tim. i vatten, bil		98
32	IV	A	Ej sköljning	2—3 tim. i bil	—	20
34	»	B	—	Buss + tåg, lång transport	—	100
36	»	A	—	2—5 tim. i bil	—	30
37	»	A	—	6—7 tim. i vatten, bil	—	65
38	»	C	—	½ tim.	—	25
40	»	A	—	3 tim. i vatten, bil	—	50
43	»	B	—	Buss + tåg i vatten, cirka 20 tim.	—	100
46	»	C	—	½ tim. i vatten, cykel	—	10
51	V	A	—	3—4 tim. i vatten	—	55
52	»	A	Blåst	4 tim. i vatten, skakad	—	40
53	»	A	—	1—2 tim. i vatten	—	20

## — Befruktungskontrollen. S. Text S. 127.

A n a l y s (förkortningar: se texten)							Bedömning
Antal undersökta ägg	<i>b</i> normala	<i>b</i> <i>er</i>	<i>b</i> % kol. 9-10 i % av 9-13	<i>ub</i>	<i>us uk</i> <i>hs hk</i>	<i>eg-w</i>	
8	9	10	11	12	13	14	
180	129	—	89	13	3	<b>35</b>	Troligen skada i päsarna samt kvävning D:o samt dålig befruktning
191	130	<b>9</b>	90	9	6	<b>37</b>	
190	121	<b>23</b>	82	11	20	15	
187	85	<b>22</b>	82	7	17	<b>56</b>	
214	70	<b>26</b>	67	<b>21</b>	26	<b>71</b>	
149	140	2	95	5	2	—	Dålig befruktning. För lång transport
146	108	<b>8</b>	83	<b>23</b>	—	7	
149	140	1	97	4	1	3	
151	94	<b>6</b>	69	9	<b>36</b>	6	
150	124	—	88	<b>16</b>	1	9	
198	86	<b>sf 21</b>	57	11	<b>71</b>	9	Dålig svällning, saltfel
152	75	<b>sf 31</b>	72	15	<b>27</b>	4	Bättre svällning, saltfel
126	79	4	70	<b>23</b>	12	8	Dålig befruktning För lång transport (med stötar?)
155	3	<b>13</b>	—	4	2	<b>133</b>	
187	123	5	83	<b>24</b>	2	33	Dålig befruktning D:o, för lång transport
164	16	<b>10</b>	25	<b>51</b>	<b>28</b>	<b>59</b>	
176	153	3	92	9	4	7	Dålig befruktning För lång transport
191	76	1	48	<b>63</b>	19	32	
194	14	<b>94</b>	77	<b>18</b>	15	<b>53</b>	
157	133	—	88	10	8	6	
207	112	—	61	<b>73</b>	—	22	Dålig befruktning D:o, dålig transport
183	68	—	48	<b>74</b>	—	41	
202	170	—	95	4	5	23	

Rör nr	Anstalt eller län	Befruktare	U p p g i f t e r r ö r a n d e			
			befruktning	romtransport	romutveckling	död- lighet %
1	2	3	4	5	6	7
54	V	A	—	2 tim. i vatten	—	30
55	»	B	—	3—4 tim. i vatten	—	60
56	»	A	—	2 tim. i vatten	—	50
57	»	A	—	4 tim. i vatten	—	35
58	»	A	—	1 tim. i vatten	—	50
61	VI	A	—	2 tim. i vatten	—	Ca 50
62	»	A	—	3½ tim. i vatten, bil	—	» 50
63	»	A	Stark blåst	2 tim. i vatten, bil	—	» 50
64	»	A	—	5 tim. i vatten	—	» 50
65	»	A	—	4 tim. i vatten	—	» 50
66	»	A	Gäddorna legat uppe ½ tim. före kramningen	3½ tim. i vatten	—	» 50
67	»	A	—	4 tim. i vatten	—	» 50
68	»	A	—	2½ tim. i vatten	—	» 50
69	»	A	—	1½ tim i vatten	—	» 50
81	VII	A	—	3½ tim., litet vatten	—	43
82	»	A	—	3½ tim., litet vatten	—	35
83	»	B	Fisken transp. i lådor 1½ tim. Befr. i ledn.-vatten	6 tim., litet vatten	—	40
84	»	B	—	3 tim., litet vatten, bil	—	15
85	»	B	—	2 tim., bil	—	5
86	»	B	—	1½ tim., bil	—	10
87	»	A	—	3 tim.	—	10
88	»	A	—	3 tim.	—	30
89	»	B	Lite mjölke	1½ tim	—	30
90	»	B	Lite mjölke	—	—	20
91	»	B	—	4 tim.	—	40
92	»	B	—	2½ tim.	—	30
93	»	B?	—	1½ tim.	—	15
94	»	C	—	3 tim.	Missöde med vattentillförseln	65
95	»	B	—	2½ tim.	—	25
96	»	D	—	2 tim.	—	30
97	»	E	—	2 tim.	—	35
98	»	F	—	10 tim.	—	55

A n a l y s (förkortningar: se texten)							Bedömning
Antal under- sökta ägg 8	<i>b</i> normala 9	<i>b</i> <i>er</i> 10	<i>b</i> % kol. 9-10 i % av 9-13 11	<i>ub</i> 12	<i>us uk</i> <i>hs hk</i> 13	<i>eg-w</i> 14	
191	137	—	81	<b>32</b>	—	21	Dålig befruktning
208	75	—	43	16	<b>81</b>	32	Dålig rom
170	70	—	69	<b>30</b>	2	<b>68</b>	Dålig befruktning
193	107	—	81	<b>24</b>	1	<b>61</b>	D:o
157	111	sf ? 9	97	4	—	33	Saltsjögädda?
221	167	—	81	22	18	14	Dålig befruktning
197	150	—	84	13	16	18	D:o
194	130	—	75	22	21	21	D:o
224	159	1	81	24	14	26	D:o
179	128	2	79	12	23	14	D:o
210	121	—	67	<b>32</b>	<b>28</b>	29	D:o samt dålig rom
216	166	—	80	28	14	8	Dålig befruktning
183	95	—	64	<b>40</b>	14	34	D:o
249	163	—	68	<b>62</b>	15	9	D:o
203	112	2	70	<b>43</b>	5	<b>41</b>	Dålig befruktning, ovar- sam behandling
170	89	—	67	<b>41</b>	3	<b>37</b>	D:o
155	81	<b>13</b>	82	11	<b>10</b>	<b>40</b>	Dålig rom. Kvävningar
156	113	—	81	<b>26</b>	1	16	Dålig befruktning
260	225	3	94	14	1	17	
154	125	—	91	12	—	17	
174	147	—	87	<b>17</b>	5	5	
149	81	—	60	<b>48</b>	6	14	Dålig befruktning
170	110	—	72	<b>42</b>	1	17	D:o
168	101	—	76	<b>27</b>	5	35	D:o
200	163	—	86	<b>27</b>	—	10	
159	115	<b>10</b>	85	<b>20</b>	3	11	
166	116	1	75	<b>36</b>	1	12	Dålig befruktning
172	133	1	80	<b>31</b>	2	5	D:o
142	117	—	84	<b>21</b>	1	3	
205	176	—	88	<b>22</b>	1	6	
212	174	2	87	<b>20</b>	7	9	
185	95	—	65	<b>49</b>	2	<b>39</b>	Dålig befruktning, ovar- sam behandling?

Rör nr	Anstalt eller län	Befruktare	U p p g i f t e r r ö r a n d e			
			befruktning	romtransport	romutveckling	död- lighet %
1	2	3	4	5	6	7
99	VII	B	—	1½ tim.	—	30
100	»	B	—	1½ tim.	—	30
101	VIII	A	Ej skölning; omogen	15 tim., tygpåsar (klämda)	—	20
103	»	B	—	2 tim., tygpåsar, cykel	—	5
104	»	A	—	1 tim. i vatten	—	10
106	»	A	Bräckvatten	1 tim. i vatten	Rommen klibbade	90
108	»	A	5 dygn i sump	2 tim. i vatten, bil	—	2
109	»	C	—	2 tim. i vatten, cykel	—	10
113	»	A	I sump en vecka	1 tim. i vatten	—	10-20
114	»	D	—	1½ tim., tygpåsar som varit öppnade över natten i glaset	—	—
141	IX	A	—	½ tim., cykel	—	70
142		A	—	½ tim., cykel	—	25
143		B	—	? bil	—	90
144		A+B	—	2 tim., bil	—	90
145		A	—	½ tim., cykel	—	25
146		B	—	I påsar 17 tim., tåg + buss	—	100
147		A	—	½ tim., cykel	—	40
149		B	—	1 tim., tåg och buss	—	90
151		X	A	En dåligt mogen	1½ tim. i vatten, bil	4-9°
152	»	A	—	1 tim. i vatten, bil	5-9°	10
153	»	B	Vatten först 1½ tim. efter blandn. av rom och mjölke	1½ tim. torrblandning	—	100
155	»	A	—	¾ tim. i vatten, motorbåt	—	20
156	»	A	Rom transp. torr ½ tim., därefter befr.	Dito efter befr.	—	25
157	»	A	Rom transp. torr 2 tim. före befr.	Ingen transport efter befr.	Klumpbildning	75
159	»	A	—	¾ tim. i vatten, motorbåt	—	20-25

<sup>1</sup> *ub* och *sf* i detta fall ej säkert särskiljbara.

A n a l y s (förkortningar: se texten)							Bedömning
Antal under- sökta ägg	<i>b</i> normala	<i>b</i> <i>er</i>	<i>b</i> % kol. 9-10 i % av 9-13	<i>ub</i>	<i>us uk</i> <i>hs hk</i>	<i>eg-w</i>	
8	9	10	11	12	13	14	
227	206	—	93	6	9	6	
182	155	—	91	6	9	12	
194	< 95	>45	97	1	4	49	Skada under transport, kvävning
186	174	—	97	6	—	6	
157	144	—	95	7	1	5	Saltsjögädda
236	117	6, sf 65 <sup>1</sup>	87 ?	19 <sup>1</sup>	8	21	
165	163	1	99	1	—	—	Kvävning i påsarna
235	222	1	95	10	—	2	
162	160	—	99	2	—	—	
210	<160	>20	94	9	3	18	
180	150	—	86	24	—	6	
156	142	—	93	5	6	3	Dålig befruktning
160	<119	++	78	33	1	7	
227	203	—	90	23	—	1	Transportskada
174	151	1	88	20	—	2	
167	106	2 sf ?	86	9	6	44	
160	29	4 sf ?	23	9	101	17	Dålig rom
66	64	—	97	2	—	—	
183	<172	++	98	4	—	7	För sen vattentillsättning
202	200	—	99	2	—	—	
190	50	—	30	100	18	22	
215	200	—	95	11	—	4	
212	207	—	98	4	—	1	
170	167	—	99	2	—	1	
203	194	—	97	6	—	3	

*sf* = befruktat men med skador förorsakade av saltvattensmiljö  
*ub* = obefruktat ägg  
*us, hs; uk, hk* = osvällt, halvsvällt ägg; okoncentrerad, halvkoncentrerad grodd. Äggen omogna eller saltskadade  
*eg, w* = gulan hopfallen, ägget »vitt» ogenomskinligt.

Undersökningsresultaten framgå av tabell 28.

God befruktning och god rombehandling (transport) före provtagningen bör ge nära 100 % *b*. Förekomsten av *er* tyder på att rommen efter befruktningen, sannolikast under transporten, ej fått erforderlig vattenomsättning. Påträffas *sf* har man haft en saltsjögäddhona eller befruktat i saltvatten.

*Ub* kan innebära att rommen ifråga ej varit av bästa beskaffenhet (i så fall brukar samtidigt *us* o. s. v. vara talrika) men beror i regel på mindre väl utförd befruktning, d. v. s. en spermie har ej funnits till hands innan mikropyle stängts.

*Us, hs, uk* och *hk*, vilka grupper ej hållits åtskilda här, angiva dålig rom, antingen har den varit omogen eller övermogen, romfisker kan ha legat död innan den kramats, rommen kan ha förvarats kramad för länge innan vattentillsatsen skett, eller är det återigen fråga om saltsjögädda eller i saltyatten befruktad rom.

*Eg* och *w* kunna givetvis tillhöra de övriga kategorierna, vilket emellertid ej låter sig avgöra då de äro mer eller mindre ogenomskinliga. Äggens gulhinna har skadats så att gulan koagulerat hos det då levande ägget. Orsaken kan vara särskilt ömtålig rom, hårdhänt behandling — för högt hållen fisk vid kramningen, stötar under transporten m. m. — men även sammanhänga med själva konserveringen. Det är därför ej fullt säkert, att rommen innan den konserverats haft det antal *eg* eller *w* som kontrollen visar. Fördenskull har jag vid uträkningen av befruktningsprocenten ej tagit med denna kategori. Dess förekomst kan dock ofta vara värd att beakta och kan tyda på de övriga ovannämnda orsakerna.

I allmänhet har den noggranna kontrollen av varje ägg omfattat 150 å 200 romkorn i varje prov. Det är givet, att ett så förhållandevis litet prov ej kan vara fullt representativt för det kläckningsglas varur det tagits. Med denna reservation återges det sålunda erhållna materialet i tabell 28.

Om det tillåtes mig att säga det själv, är det ett synnerligen lärorikt och givande material för bedömandet av gäddodlingens bristen. Det har givit ungefär vad jag hoppades av det: en uppfattning om var felet ligger i olika fall; olika — ty det visar sig att på olika platser är det olika detaljer i arbetet som drar ner resultaten. Intressant är det även att jämföra med

resultaten av de befruktningar jag själv utfört, framför allt de som framställts i tab. 5 och 6.

Men låt oss se vad analysen av de 80 insända proven från 10 anstalter eller län ha att säga.

Rommaterialet torde i allmänhet ha varit gott. Endast i fem fall kan det finnas anledning att misstänka dåligt avelsmaterial. Nr 14, honorna angivna såsom delvis utlekta. Nr 66 och 83 där fisken legat död eller halvdöd någon tid innan den kramats. Nr 55 och 147 utan att anledning kan uppsåras.

Befruktningen är det däremot sämre ställt med. Med gott utgångsmaterial bör man ej komma under 90 % förefaller det mig. 90 % eller däröver har blott uppnåtts i 26 fall. Här ser man tydligt hur den individuella skickligheten spelar in. Två anstalter eller län ha i medeltal resp. 97 och 98 % befruktning (VIII — varvid bortses från saltsjöprovet — och X — varvid bortses från nr 153). Det är visserligen icke uteslutet att rommaterialets godhet varierar lokalt, men dessa goda resultat, uppnådda med flaskbefruktningsmetoden, tala dock ett tydligt språk. En genomgång av siffrorna i övrigt skall visa läsaren hur vanligt det är att en viss befruktarens kunnskap avspeglar sig i resultatet. Alltså: *vi måste lägga oss vinn om en omsorgsfullare befruktning.*

Frågan om fatbefruktning contra flaskbefruktning får också klar belysning. Ovan har redan nämnts de förträffliga resultaten med flaskbefruktning. Därmed är visserligen ej sagt att fatbefruktningsmetoden i och för sig är sämre, men det är lättare, särskilt för den ovane, att slarva med den. Flaskbefruktningen är säkrare och bör tillgripas där så är möjligt.

I två fall har rom transporterats torr för senare befruktning. Befruktningen har i båda fallen blivit helt lyckad (nr 156, 157). Om däremot rom och mjölke blandas torrt och vatten först tillsättes senare blir resultatet dåligt (nr 153).

Transporternas inverkan spåras genom förekomsten av *er* — rommen har kvävningstecken, men även av *eg* och *w* — rommen har behandlats för hårdhänt. En blick i tabellen visar hur de långa transporterna i allmänhet resultera i ökat antal *er* (denna kategori får normalt helt enkelt icke förekomma) t. ex. 34, 43, 83 och 101. Ävenledes transport i tygpåsar ger lätt *er* t. ex. 6, 7 och 101. Härtill kommer 114 där påsen fått ligga öppen i glaset över natten. Kvävningens risk torde vara större vid transport i påsar.

Saltsjögäddan har analyserats i tre fall. Intet fall lyckat. Befruktningsprocent låg och *us* och *sf* talrika. I ett av fallen (nr 29) befruktades i sötvatten, vilket visserligen givit bättre men på intet sätt fullgott resultat.

Befruktningsanalyserna <sup>†</sup> i och för sig säga intet om hur utvecklingen

gått efter det proven tagits. Av meddelade uppgifter rörande totala dödligheten kan emellertid ofta dragas den slutsatsen att rommen gått bra mycket sämre än vad befruktningsanalysen låtit förmoda. Jag tror detta kan förklaras så, att skötseln ej varit så omsorgsfull som faktiskt fordras vid gäddkläckning, framför allt har man rensat glaset för lite, och har bara svamp fått sätta sig fast i de icke bortrensade döda äggen, hjälper det ej om befruktningsprocenten ursprungligen varit hög.

Utan att vidare gå in på detaljer — den intresserade kan lätt utvinna mer ur tabellen — vill jag här redan framhålla vad jag anser vara de tre grundfelen, som framkommit av denna undersökning: 1. För liten noggrannhet vid befruktningen, 2. för dålig syrgastillförsel (vattenbyte) och omild behandling under transporten samt 3. underlåtenhet att rensa bort romkorn allteftersom de dö = vitna.

Vidare anser jag det ådagalagt i hur hög grad gäddodlingen skulle vara betjänt av möjligheten att genom befruktningsanalyser, liknande dem jag här utfört, kunna kontrollera sina resultat. Det torde vara för mycket begärt att länsfiskeritjänstemännen skola medhinna en dylik kontroll och anstaltsföreståndarna torde endast mera sällan vara i stånd därtill. Synnerligen önskvärd vore emellertid en löpande kontroll av insända prov från fiskeriundersökningsanstaltens sida. Jag tror att mycket vore vunnet för landets gäddkläckning om ett samarbete mellan gäddodlare och anstalten komme till stånd. En gäddodlare skulle på detta sätt få klarhet i vari just hans metoder brister och rättelse skulle kunna ske.

### III. Diskussion.

På grundval av de undersökningsresultat för vilka härovan i avd. I—II redogjorts, de erfarenheter från gäddodlarhåll, av vilka en kort översikt givits och icke minst den just diskuterade tabell 28, skall i det följande ett försök göras att underkasta de olika momenten vid odling av gädda i glas en kritisk granskning för att få fram bästa möjliga förfaringssätt. Jag behandlar härvid till en början blott sötvattensförhållanden för att avslutningsvis ägna mig åt de problem som uppstå vid odling av saltsjögädda och vid befruktning och kläckning i salt vatten.

#### a. Avelsmaterial.

Mina undersökningar, som visserligen ej inriktats på detta problem, ha ej givit anledning att förmoda att rommen från olikstora gäddor skulle vara av bättre eller sämre beskaffenhet. Däremot förefaller det icke helt ute-

slutet att rom från olika sjöar eller sjöområden, d. v. s. gäddstammar, kan vara olika god.

Undersökningarna på hongäddor från Siljan ha i övrigt i stort sett kunnat bestyrka äldre erfarenheter beträffande rommens lämplighet.

Hårda gäddor ha sålunda omogen rom som antingen ej sväller, eller om den så gör, ej låter sig befrukta.

Blod vid kramningen kan tyda på att för stort våld begagnats, varför risk för omogen rom då föreligger. Blodet är emellertid ej skadligt i och för sig (se fotnot sid. 45).

Vattnig rom är ofta dålig. I varje fall bör rommen från delvis utlekt gäddor om den återstående rommängden är vattnig ej gärna komma ifråga för inläggning i glas. Mikropylekanalen har möjligen slutit sig i förtid. Där hos olekta gäddor romvätskan är mer än vanligt riklig behöver detta dock ej föranleda betänkligheter.

Hos romkorn med gula prickar är gulhinnan skadad, gulan hopsjunket och ägget i regel svällt. Dylika ägg vitna inom kort. Innehåller rommen från en gädda större mängder dylika ägg bör den ej medtagas.

Hårda romkorn ha redan svällt och mikropyle slutit sig. De torde egentligen förekomma bland kvarvarande rom hos utlekt eller tidigare kramade gäddhonor eller då gulhinnan skadats.

Att romkorn skulle kunna innehålla proportionsvis för litet gula för utveckling av livsdugligt yngel (SEGERSTRÅLE 1922, 1941 a) har jag ej iakttagit.

Enstaka gäddägg kunna vara abnormt stora och uppsvällda. De torde aldrig förekomma så talrikt att de inverka på resultatet.

Uttryckligen måste redan nu framhållas att i ett eller annat avseende dålig rom bör undvikas icke blott därför att de obefruktade eller skadade äggen själva aldrig lämna lön för odlarens möda utan framför allt emedan varje dött ägg i glaset ökar risken för en infektion och främjar utvecklingen av svamp, fiskodlarens värsta fiende. *Var alltså kräsen vid val av romfisk!* **Obs. 1!**  
*Granska rommen från var enskild romfisk.*

God rom är lätt och jämnt utflytande ur hongäddan vid varsam kramning och utan klumpbildning. Det enskilda romkornet är mjukt och ogenomskinligt gulaktigt över hela massan.

Någon steril gäddhane har jag ej påträffat och överhuvud blott i ett fall ansett mig kunna misstänka dålig mjölke som orsak till försämrade befruktning.

Gäddor som varit döda någon timme kan i vissa fall innehålla användbar rom och mjölke. Resultatet med dylika gäddor dock alltid osäkert och förfarandet ej att tillråda. (Se tabell 28 nr 66 och 83.)



Textfig. 44. En romhona kramas. Förf. foto Sollerön juni 1942. — *Ein Rogner wird gestreift.*

Sumpning kan i allmänhet ske i flera dygn eller en vecka och mera utan fara och är ju ofta nödvändig. Otvivelaktigt kan dock sumpning medföra en försämning av avelsmaterialet. Fortsatta undersökningar häröver vore av värde. Hanar och honor böra sumpas åtskils och i möjligast rymliga och skonande sumpar.

### **b. Kramning.**

Kramningen kan ske på mångahanda sätt och något bestämt företräde kan ej lämnas någon viss teknik härvidlag (textfig. 44, 45). Bäst hålles gäddan i tidningspapper, en säck e. d. Kan gäddan få dödas omedelbart före kramningen är detta en fördel. Slem bör helst borttorkas så att rom och mjölke erhållas så rena som möjligt. Hanarna böra först försiktigt kramas över marken så att urinblåsans innehåll tömmes.<sup>1</sup> I allmänhet under-

<sup>1</sup> Någon inblandning av blod i rommen resp. slem och urin i mjölken är dock i och för sig av mindre betydelse (se sid. 45 fotnot resp. 17—18).



Textfig. 45. En gäddhane kramas. Förf. foto Sollerön juni 1942. — *Ein Milchner wird gestreift.*

låter man att krama hanarna framifrån trakten av bukfenorna, vilket dock bör ske och väsentligt kan öka den utvunna mjölkemängden. Hanarna kunna med fördel begagnas för upprepad mjölketagning.

SUNDBERGS metod att låta avelsgäddorna gå någon stund i uppvärmt vatten har jag icke prövat. Könnsprodukternas mognadsgrad kunna icke röna inflytande härav, möjligen fiskens villighet att släppa dem.

Vill man krama gäddor för tillvaratagande av rom och mjölke för senare befruktningen bör man förfara särskilt omsorgsfullt. Mjölken suges då bäst upp i pipett så som textfig. 46 visar. (Se vidare sid. 143.)

Viktigt vid kramningen är att man ej håller gäddan så högt att rommen vid fallet mot underlaget blir stötskadad. Redan vid ett fall mot botten i ett bleckkärl från 25 cms höjd blev i undersökt fall 8 % ägg skadade (tabell 23). Dylik rom får i allmänhet gul prick och vitnar i vatten. Det torde ofta vara sålunda skadad rom, som vitnar vid inläggningen i glaset; den obefruktade rommen har på detta stadium ej lättare att vitna än befruktad rom. *Håll alltså gäddhonan lågt vid kramningen.*

**Obs. 2!**



Textfig. 46. Mjölke uppsuges med pipett för förvaring i glasrör. Förfarandet alltid att rekommendera. Förf. foto Sollerön juni 1942. — *Die Milch wird in eine Pipette zwecks Aufbewahrung in Glasröhre für spätere Befruchtung aufgesogen.*

### c. Befruktning.

Bäst företages befruktningen alltså med mogen rom och mjölke ur nyfångade gäddor som ännu leva eller just dödats.

Omständigheterna kunna emellertid göra det önskvärt att rom eller mjölke eller bådadera efter kramningen förvaras eller transporteras någon tid innan befruktning sker. Man kan på ett ställe sakna hanar och vill fördenskull transportera rommen till en plats där dylika finnas. Eller vill man tillvarataga ett överskott på mjölke för kommande behov. I obanad terräng kan det även vara ett önskemål att uppskjuta befruktningen för att med torr rom få mindre börda som kan tagas i ryggsäck e. d. Ett dylikt uppskjutande av befruktningen är under vissa förutsättningar och inom vissa gränser möjligt (se därom sid. 143).

Vad först ett bedömande av den torra contra den våta befruktningsmetoden beträffar, måste detta för gäddan alltid utfalla till den senares nackdel. Ägg och spermier ha ju i vatten en synnerligen begränsad befrukt-

ningstid, och det är av vikt att denna utnyttjas väl. Vid den våta befruktningen är så ej fallet, då rommen är utsatt för vattnets inverkan under en tidrymd som torde röra sig om minuter innan mjölken kan vara utörd i vattnet. Och då är mikropyle hos kanske flertalet ägg redan slutna. Åtminstone för gädda bör således blott den torra befruktningen ifrågakomma.

*Det är viktigt att det kärn, vari rom och mjölke utkramas, är så torrt som möjligt, helst fullkomligt torrt.* Det behövs blott att äggens mikropyle pol fuktas för att kanalen skall tillslutas. Om man därför fuktat fatet eller flaskan göras 100-tals ägg oemottagliga för spermier innan dessa hunnit tillsättas. Det är alltså fullkomligt oriktigt att direkt tillråda kärlets fuktande, vilket ofta nog sker. **Obs. 3!**

Så kommer frågan om fat- eller flaskbefruktning. Bortsett däri från att en flaska som just begagnats är svår att få torr för nästa romparti, vilket måste förorsaka utebliven befruktning hos ett antal ägg, *skulle jag vilja giva företräde för flaskmetoden.* Alltför få verkliga parallellförsök ha visserligen utförts,<sup>1</sup> men hela metoden förefaller mig mera tilltalande och säkrare (se vad som sagts sid. 135). Genom försök har jag även kunnat konstatera, att mekanisk skada ej tillfogas äggen genom den behandling, för vilken de utsätts vid välvningarna av flaskan, om dessa icke äro direkt våldsamma. En- till tvåliters konservglas med vid hals torde vara lämpligast; de tömmas lättast och är möjliga att torka invändigt. Flaskmetoden är emellertid långsammare, och då det gäller att skyndsamt taga hand om stora gäddpartier får man tillgripa fatbefruktning. **Obs. 4!**

Att sörja för lufttillträde till flaskan under befruktningen är ändamålslost.

Sköljningen anser jag överflödig om det ej blir fråga om längre transporter med kvävningsrisk.<sup>2</sup> Där den utföres försiktigt bör den dock ej vara skadlig. Jag har icke funnit att klubbigheten skulle påverkas av olika sköljningsförfaranden. I denna fråga torde dock detaljundersökningar vara önskvärda.

Befruktningen bör alltså tillgå på ungefär följande sätt:

Sedan rommen försiktigt — låg fallhöjd! — kramats ut i det torra fatet eller i flaskan till halva dess volym (helst via en tratt, varvid flaskan bör hållas snett så att ej den första rommen faller rakt mot flaskans botten), tillsättes mjölke. Jag skulle förmoda, att vid omsorgsfull befruktning en

<sup>1</sup> Samma romparti befruktat dels i flaska, dels i fat gav i ett fall 97 resp. 90 % befruktning.

<sup>2</sup> Nybefruktad rom från samma hona, sköljd resp. osköljd, som lämnats utan omrörning i 5 timmar, visade i ett fall (Drottningholm 1945) 8 resp. 80 % kvävda ägg. Sköljningen kan således ha stor betydelse.



Textfig. 47. Befruktningsglaset vändes upprepade gånger efter vattentillsatsen. Förf. foto Sollerön 1944. — *Das Befruchtungsglas wird nach dem Wasserzusatz mehrmals umgedreht.*

droppe mjölke från en hane är tillräcklig för befruktning av upp till 1 liter rom. Det skadar dock aldrig med mera mjölke från flera hanar.

I fatet röres nu försiktigt och omsorgsfullt om med en fjäder, den avtor-kade handen eller rent av gäddstjärten.

Härefter tillsättes vatten och detta bör ske så snart som möjligt. Spermierna börja nämligen simma i romvätskan; visserligen simma de här väsentligt längre än i vatten (se sid. 15), men om omrörningen av rom och mjölke före vattentillsatsen ej varit synnerligen effektiv är det osäkert, huruvida spermerna i den tröga rom-mjölkeblandningen förmå uppsöka och intränga i alla ägg innan deras befruktningförmåga upphört.<sup>1</sup>

**Obs. 5!** *Omedelbart efter vattentillsatsen måste en intensiv — men fördenskull icke vårdslös — omblandning ske genom omrörning i fatet eller upprepade välvningar av flaskan. Efter någon minut har befruktning skett och kan ej mera ske.*

Skall man skölja rommen, d. v. s. byta ut det mjölkegrumlade vattnet mot rent, bör detta ske nu; i varje fall bör rommen utan dröjsmål tömmas över i transportkärlet inom 4 à 5 minuter efter vattentillsatsen, alltså innan den klibbat ihop till en kaka, som i varje fall ej går att utan omild behandling tvinga ut ur en vanlig literbutelj. Sköljningen är oväsentlig

<sup>1</sup> Det vid en fiskodlingsanstalt tillämpade systemet med transport av rom och mjölke sammanblandade utan vatten skulle jag sålunda knappast vilja rekommendera, även om det tydligen kan gå tämligen bra vid korta transporter. Sannolikt skulle resultatet bli än bättre med ögonblicklig vattentillsats. Se t. ex. tabell 28 nr 153.

om rommen kommer i glasen efter någon timme; blir transporten långvarigare bör sköljning ske då syrgasnedsetningen och därmed kvävskador eljest uppkomma snabbare.

Befruktningen är, om den utföres rätt, oberoende av väder och vind. Man behöver ej vara rädd för att låga temperaturer skola inverka på själva befruktningsprocessen, att den därpå följande äggutvecklingen är känsligare gentemot låga temperaturer är en annan, viktig sak.

#### d. Romtransport och inläggning i glas.

Transport före befruktning av *torr* rom och mjölke bör ske var för sig. Långvarig transport av torr rom bör dock undvikas. Redan några timmar efter kramningen är rommens kvalitet i allmänhet försämrad. Mjölke kan däremot transporterats och bevaras torr i upp till två dygn om temperaturen hålles låg (om möjligt isas kring röret med mjölke). Rommen bör förvaras i torra flaskor, mjölken i små provrör. Någon omrörning under förvaringstiden torde vara förmånlig. Sterilt förfaringsätt skulle möjligen medgiva ytterligare förlängd förvaringstid.

Skulle transport av enbart gäddrom eller mjölke torr vara nödvändig av den grund att hanar och honor ej finnas till hands på samma ställe, bör man om möjligt absolut välja att transportera mjölken torr och därmed befrukta den nykramade rommen.

Transporten av *nybefruktad* rom kan ske i vatten eller »torrt».

Korta transporter i vatten ske enkelt i kärl av ett eller annat slag. För längre transporter torde vissa speciella anordningar med omrörningsmöjligheter vara fördelaktiga (se t. ex. SEGERSTRÅLE 1940).

Transporten bör ske försiktigt och utan stötar även om gäddrommens största känslighet inträder först efter något dygn (vid 10°). Den största risken vid transporten är emellertid kvävningensrisken. Ett nybefruktat gäddägg torde efter ca ett halvt dygns total syrgasbrist ej längre förmå utveckla sig normalt och skador av allvarlig art uppträda redan vid kortvarigare eller mindre fullständig syrgasbrist. Högre temperatur ökar risken. Utan vattenbyte eller omrörning bör rommen lämnas blott någon timme i sträck.

Jag har några mätningar av syrgashalten nere i rommassan vid en romtransport. I ett fall, då kramningen ägde rum kl. 15.00—16.00 (vid Mora den 30.5.1942) befanns syrgashalten i vattnet nere bland romkornen kl. 16.10 vara 6,9 ccm/l. Efter transport i motorbåt till Sollerön var syrgas-

halten kl. 16.55 0 ccm/l ( $12^{\circ}$ ). Rommassan blir sålunda snabbt syrgasfri. Försiktig omrörning då och då gärna med vattenbyte, kortast möjliga transporttid och låg temperatur (våta trasor om kärlet e. d.) framstå såsom viktiga åtgärder.

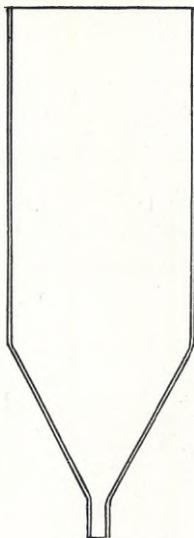
I ett annat fall fick nybefruktad rom stå ett dygn vid  $6^{\circ}$  i transportkärlet innan den inlades i glaset. Vid kontroll efter 4 och 6 dagar visade sig blott 55 resp. 53 % av romkornen normalt utvecklade, övriga kvävda. Andra försök ha visat allvarliga kvävskador redan efter få timmar om omrörning ej skett.

**Obs. 6!** Alltså: *kortast möjliga transporter; omrörning en gång i timmen gärna med vattenbyte.* (Se vad som sagts sid. 135.)

Transport av torr rom sker på sina håll med gott resultat (SUNDBERG, m. fl.). När rommen efter 1 à 2 timmar har svällt färdigt inlägges den i tygpåsar, som omsorgsfullt inpackade i mossa e. d. kunna fraktas i askar eller lådor. Vid låg temperatur och hög fuktighet lära dessa transporter kunna ske långa sträckor och utan kvävningensrisk, ehuru jag efter mina försök anser denna risk vara större än vid mönstergill transport i vatten (se sid. 135); längre transporter än några få timmar skulle jag icke rekommendera. Stötar böra givetvis undvikas.

Inläggning i kläckningsglaset bör alltid ske så snart detta är möjligt. Att vid inläggningen genom tämligen stark vattenström spola rommassan ren från mjölke m. m. torde ej vara skadligt. Långvarig temperering för att erhålla samma temperatur i transportkärlet som i kläckningsvattnet är mestadels överflödig, och som den ökar tiden för rommens kvarblivande i transportkärlet med ty åtföljande kvävningensrisk kan den bliva direkt skadlig om ej omrörning företages.

Vid vattenbyte i transportkärlet och vid rommassans upphållande i glaset vitnar ofta ett större eller mindre antal ägg. Detta är ägg som redan tidigare skadats under kramning, befruktning eller transport (mekanisk skada, möjligen kvävning) eller ägg av dålig beskaffenhet. Att dessa ägg icke vitnat förr, i rommassan, beror därpå att koagulering (vitnande) av de i salter lösta äggviteämnena fordrar att dessa salter diffundera ut ur ägget. Detta förhindras även om den impermeabla gulehinnan skadats dels om mediet redan besitter viss salthalt, dels om mediet har så liten volym att tillräcklig minskning av saltkoncentrationen inne i ägget icke ernås. Först vid uppblandning med rikligare mängd sött vatten sjunker då saltkoncentrationen utanför och därmed även inne i ägget så att koagulering kan ske: ägget vitnar. (Se LINDROTH 1945.)

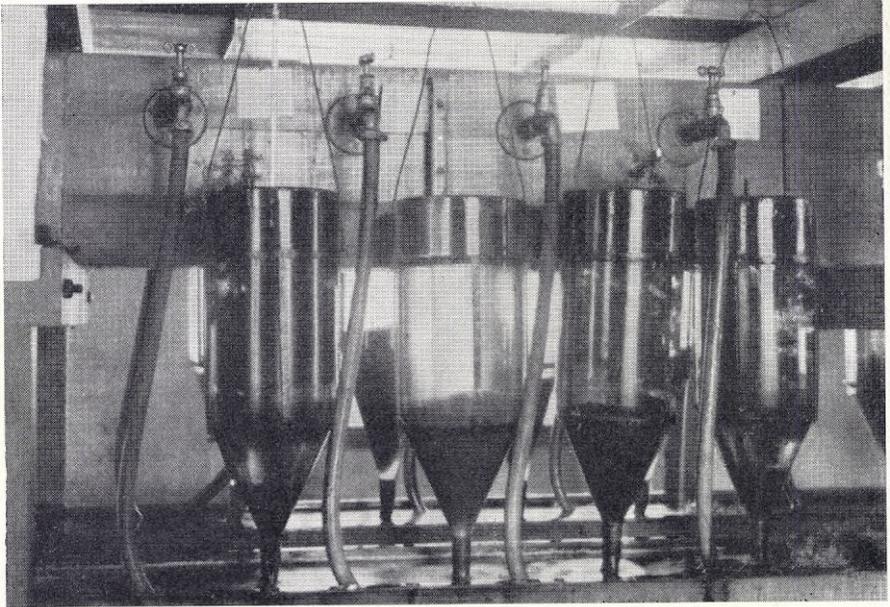


Textfig. 48. Gäddglas av den typ fiskmästare H. ANDERSSON föredrager. Skala 1:8. Godstjocklek ca 3 mm. — *Ein Hechtglas, das sich gut bewährt hat.*

### e. Skötsel i kläckningsglasen.

Någon bestämd glastyp kan jag icke rekommendera. Medan många föredraga den nyare typen hålla erfarna odlare ofta fast vid de äldre sikglasen. Man vill ju åstadkomma dels en jämnt fördelad uppåtriktad vattenström när rommen står stilla, dels en ordnad romcirkulation med central uppåström och perifer nerström när rommen skall vara i rörelse. Personligen förefaller mig det förra syftet nås bäst med de nyare glasen, det senare med de äldre. Det väsentliga torde emellertid vara en till hastighet, vattenmängd och riktning väl avvägd inströmning i glasets botten. Öppningen här får ej vara så trång att en skarp vattenstråle sprutar in i glasets, men ej heller så vid att rommen vid svag ström sjunker ner i pipen. Textfig 48 med måttuppgifter visar en glastyp som fiskmästare H. ANDERSSON (Mörsil) föredrager.

Att observera är att kikkran ej bör sitta omedelbart under glasets. Man kan då åtminstone vid högt vattentryck (fallhöjd) få olägenheter av en skarp vattenstråle snett in i glasets. Vid låg fallhöjd (på Sollerön blott 18 cm, fig. 49) torde med fördel trevägskranar kunna användas med ett särskilt utlopp för glasets tömmande. Så sker vid den nya anstalten vid Mörsil (Semlan).



Textfig. 49. Interiör från fiskodlingsanstalten på Sollerön. Förf. foto juni 1942. — *Aus der Fischbrutanstalt Sollerön.*

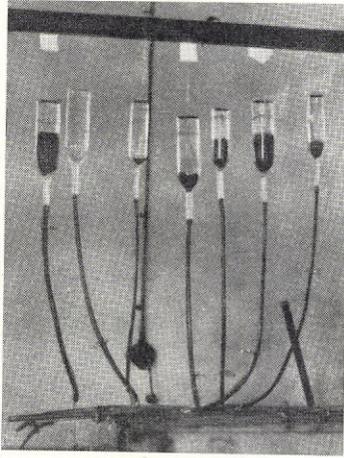
Skulle vattenbeskaffenheten och temperaturförhållandena vara sådana att gasblåsor bildas i kläckningsglaset och störa romcirkulationen bör man i första hand genom ställningsanordningar inne i kläckningshuset försöka avlufta vattnet innan det tillföres glaset. Skakanordningar för dessa (SUNDBERG 1941) synas mig ej lämpliga, då vibrationer lätt kunna bli skadliga.

Jag går ej in på fiskodlingsanstaltarnas konstruktion. Dock vill jag med hänvisning till vad som sagts om romtransporten såsom en viktig synpunkt vid deras placering framhålla tillgången på avelsfisk i omedelbar närhet. Även där erforderligt vatten måste pumpas upp torde, där odlingen blott avser gädda, kostnaderna härför uppvägas av förbilligad romanskaffning och med förkortade romtransporter vinnes enligt min uppfattning mer än man är benägen att tro. Rommaterialet blir bättre.

Vattengenomströmningens ändamål är att tillföra romkornen syrgas (och bortföra kolsyra). Under passagen genom rommassan förlorar vattnet syrgas.

Vid Solleröanstansten gjordes bl. a. följande mätningar i ett kläckningsglas med 5 l rom av 55 % utvecklingsgrad<sup>1</sup> och vid en vattentemperatur av 7,2°.

<sup>1</sup> 100 % utvecklingsgrad = kläckning.



Textfig. 50. Miniaturkläckningsglas för försök. Förf. foto Sollerön juni 1942. — *Miniaturversuchsgläser.*

	Genomströmning, l/min.	Syrgashalt, ccm/1		Syrgasförbrukning, ccm/timme
		ingående	utgående	
1	2,34 (rom cirkulerande) . . . . .	7,97	7,67	42
2	0,54 (ej cirkulation) . . . . .	7,97	6,36	52

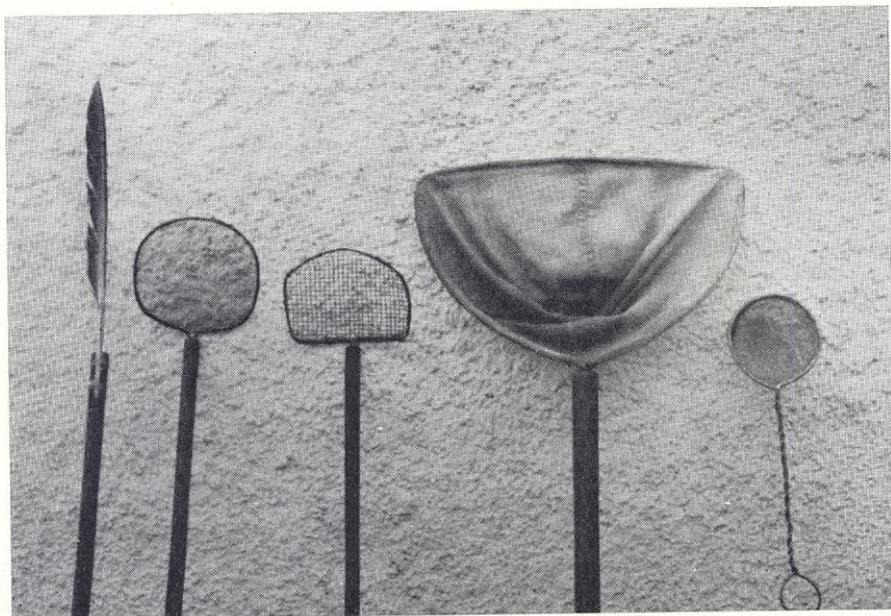
Värdena stämma tämligen väl inbördes men ligga något under dem som erhållits vid andra försök (se sid. 73. Värdena ovan ge i medeltal 15 ccm/kg o. timme).

På grundval av dessa mätningar och andra värden kan man på ett ungefär beräkna den minsta tillåtliga vattenmängden för tillfredsställande syrgastillförsel. För 5 l rom och vid 10° erhållas följande värden vid utvecklingsgrader av resp. 10, 50 och 90 %:<sup>1</sup> 0,1 0,4 2,0 l/min. Dessa teoretiska minimisiffror böra ökas, särskilt vid större rommängd och högre temperatur. De böra under inga omständigheter underskridas, särskilt bör man aktgiva på att tillförseln blir tillräcklig vid kläckningen (100 % utvecklingsgrad). Dels av sparsamhetsskäl, dels på grund av rommens stötkänslighet den första tiden bör man särskilt då ej heller slösa med vatten. Den nu i allmänhet tillämpade skötseln av vattentillförseln torde vara tämligen riktig.

Det förefaller som om under romutvecklingens förlopp en temperatur av 3—4° ej borde underskridas. Möjligheter att värma kläckningsvattnet är alltså en fördel. Dels kan man därigenom undvika vissa rinnande vatten-

**Obs. 7!**

<sup>1</sup> 100 % utvecklingsgrad = kläckning.



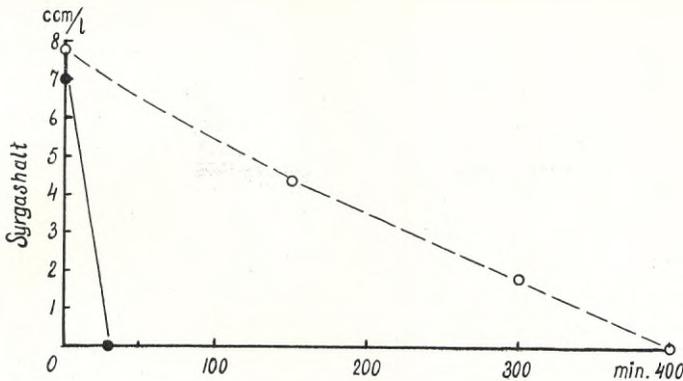
Textfig. 51. Redskap för skötseln av rom m. m. Från vänster: Fjäder för omröring i glasen, finmaskig håv för bortrensning av död rom vid glasens kanter, grovmaskig håv för bortplockning av romklumpar, yngelhåvar. Förf. foto Sollerön juni 1942. — *Gerätschaften zur Rogen- und Brutpflege.*

drags ännu vid tiden för gäddleken låga temperaturer och kringgå risken för skadliga nattfroster med avkylning av vattnet ner mot  $0^{\circ}$ , dels förkortar man utvecklingstiden. Ca  $10^{\circ}$  torde vara det gynnsammaste; över  $18^{\circ}$  är ej lämpligt att gå. Uppvärmning torde förmånligast ske i samband med vattnets cirkulation och luftning.

Omrörning av rommen bör ske; när den sker dock försiktigt, med en fjäder e. d. (textfig. 51). Man luckrar upp de romkakor som bildas under de första dagarna och upplöser de klumpar som därefter uppträda som följd av de farliga svampangreppen och av den mindre farliga påväxten av andra mikroorganismer på romkornens yta. Alla dessa tendenser till hopklumpning medföra risk för vattenstagnation med åtföljande syrgasbrist och raskt inträdande kvävningsskador.

På Sollerön mättes syrgashaltens sjunkande i stillastående rommassor (textfig. 52):

Tid efter upphörd vattentillförsel: . . .	0	30	150	300	400 min.
Nybefr. rom (5 % utv.) . . . . .	7,8		4,4	1,9	0,05 ccm/1
Kläckf. rom (100 % utv.) . . . . .	7,0	0			»



Textfig. 52. Syrgashaltens sjunkande i en rommassa, där vattengenomrinningen upphört. ○ nybefruktad, ● kläckfärdig rom. — *Das Schwinden des Sauerstoffs in einer Rogenmasse bei Wasserstagnation.* ○ neubefruchteter, ● schlüpfertiger Rogen.

Vi se hur snabbt fullständig syrgasbrist inträder på sent stadium. Särskilt risken för för tidig kläckning bör beaktas.

På nyinlagd rom kan någon omrörning om dagen vara tillfyllest; senare bör klumpbildning ej få fortgå ostörd många timmar om tendens därtill förefinnes. Så ömtålig är aldrig gäddrom att man någon viss period helt behöver upphöra med omrörningen.

Varje fiskodlare vet att svampangreppen i första hand rikta sig mot döda romkorn. Utgående från dessa fånga svamphyferna lätt in friska korn, klumpar bildas, i dessa uppstår syrgasbrist, de friska kornen kvävas och dö och svampen kan tränga in i och finna näring i ännu ett offer. Rommassans cirkulation och upplösandet av romklumparna motverka svampangreppens effekt men allra rationellast är det givetvis att plocka bort alla döda romkorn så snabbt som möjligt, helst innan svampbildning inträtt. Det är också en känd sak att glas som visa ringa dödlighet i början också i fortsättningen gå bra, medan glas med stor dödlighet från början gå allt sämre, varvid kvävskador dominera. Av denna grund är det man ej nog kraftigt kan poängtera att *dåliga rompartier om än aldrig så små, ej få läggas in tillsammans med god rom.* Det är ej blott den dåliga rommen som förloras, den utgör även ett stort riskmoment för den rom som annars skulle givit gott resultat.

**Obs. 8!**

Man kan i allmänhet särskilja tre dödlighetsperioder i gäddglaset (om man undantager rena olyckshändelser med avbruten vattentillförsel o. d.). 1. Rom vitnar genast efter inläggandet. Denna rom är på ett eller annat sätt skadad, sannolikt genom stöt eller genom kvävning under transporten. Möjligen ha vi även att göra med olämpligt rommaterial. (Om vitnandets

förlopp se sid. 144.) — 2. Rom vitnar några dygn efter inläggningen. Detta är de obefruktade romkornen. — 3. Senare inträdande dödlighet. Kvävning på grund av klumpbildning förorsakad av svampangrepp torde vara den dominerande orsaken. — Dödligheten 1 och 2 kan minskas genom omsorgsfullt romurval, kramnings- och befruktningsarbete samt goda transportförhållanden; dödligheten under 3, som ofta är den största, kan minskas för att ej säga elimineras genom omsorgsfull bortplockning av den rom som dör enligt 1 och 2.<sup>1</sup> *Över huvud torde vad gäddrommen beträffar plockningen vara ett försummat kapitel.* Den sker med slanghävert, stickhävert, finmaskig håv eller grövre sållhåv (om klumpbildning redan inträtt). (Se textfig. 51.) De första dagarna, då rommens ömtålighet är störst, bör den ske försiktigt eller ej alls.

*Obs. 9!*

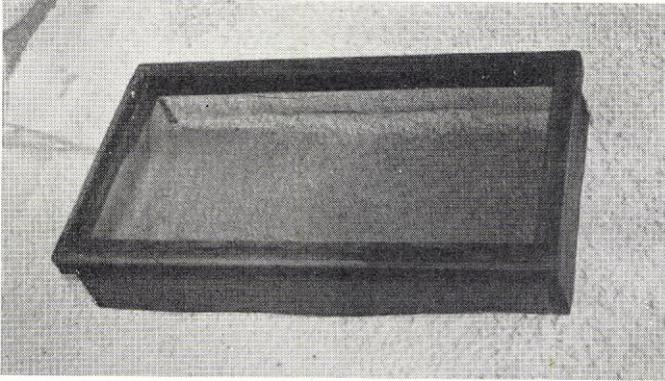
För praktiskt bruk kan man räkna med en utvecklingstid av ca 120 dygnsgrader; dygnsgradtalets variation med temperaturen framgår av textfig. 28. Observeras bör dock att kläckningen ej sker efter en viss utvecklingstid utan är ytterst starkt beroende av yttre faktorer.

#### f. Kläckning.

En förutsättning för kläckningen är en viss mognad hos ägget, vilken anses föreligga efter ca 120 dygnsgrader. Kläckningen stimuleras emellertid av ljus, temperaturförhöjning och i vissa fall av syrgasbrist. Som denna senare dock kan medföra skadliga verkningar bör den aldrig begagnas för framtvingande av ynglet. Ej heller övriga stimulantia böra begagnas förrän ett romparti verkligen börjat kläcka ordentligt. Har väl detta skett är det emellertid mycket lämpligt om en temperaturförhöjning med några grader — dock ej gärna över 20° — kan åstadkommas. Som det torde vara svårgenomförbart i kläckningsglaset får det ske på kläckningsramarna.

Om man än kan låta rommen i viss utsträckning kläcka i glaset om rommängden är liten genom att som fäste för ynglet sätta ner en enriskvist i glaset och låta yngel gå över kanten som sikyngel — vilket går bra där fallhöjden ej är för stor — är det nämligen lämpligt att sälla den kläckande rommen på kläckningsramar med maskor som bäst äro avlånga (48 resp. 29 rutor pr dm begagnas av HILDING ANDERSSON), varvid ynglet går igenom medan romkornen stanna kvar. Ramarna göras lämpligen flytande (textfig. 53). Rommen får ej ligga för kompakt eller för länge på ramarna;

<sup>1</sup> Intressant vore även att undersöka möjligheten att sterilisera kläckningsvatten t. ex. genom klorering eller bestrålning. Enklast mähända i kombination med långt driven cirkulation.



Textfig. 53. Yngelsåll. Förf. foto Sollerön juni 1942. — *Brutsieb.*

flitiga men försiktiga sållningsrörelser rekommenderas, eljest kan lätt syrgasbrist inträda. Skulle kläckningen gå trögt kan man få lägga in rommen i glas igen för att senare återupprepa sållningen.

#### **g. Yngelvård och utplantering.**

Ynglet torde bäst förvaras i bassänger med inre väggar av metallduk och beredas tillfälle att fästa sig på inhängda dukar av metall eller tyg, kanske helst det förra. Inläggandet av färskt ris och kvistar kan ej rekommenderas om icke vattentillförseln är mycket god. Bassängen måste vara lätt att hålla ren vid botten, eventuellt genom ändamålsenligt arrangerad vattentillförsel. När gulblåsan är nästan förbrukad och ynglet simmar fritt anses det utplanteringsfärdigt.

Vid transporten bör man, om nedkylning kommer till användning, observera att nedkylning av stillastående vatten innebär en nedsättning av syrgastrycket. Simfärdigt gäddyngel är synnerligen känsligt för syrgasbrist. En nedkylning bör för den skull alltid åtföljas av luftning på ett eller annat sätt.

Vid utplanteringen i vattendragen behöver man ej vara så noga med tempereringen (se t. ex. ALM 1935), men se till att ynglet sprides väl och kan finna skydd på utsättningsplatsen.

#### **h. Kläckning av saltsjögädda.**

För de svårigheter som äro förknippade med kläckning av saltsjögädda har jag nyligen givit en sammanfattande framställning (LINDROTH 1943).

Mjölakens befruktningförmåga försämras med stigande salthalt. Över ca 10 ‰ är spermernas rörelseförmåga väsentligt nedsatt.

Rommen förefaller att kunna skadas om salthalten överskrider ca 7 ‰. Även rommens svällningsförmåga påverkas. Gränsen för allvarligt försämrade svällning ligger snarare under än över 7 ‰.

Befruktningen ger sämre resultat i salthaltigt vatten, varvid redan mycket låga salthalter kunna vara skadliga.

Äggutvecklingen störes av salt vatten.

Obefruktade och skadade ägg vitna icke om vattnets salthalt överstiger ca 5—7 ‰.

En gräns för lönande gäddodling i bräckt vatten torde man kunna sätta vid 6 à 7 ‰. Också visar det sig att medan odling av saltsjögädda helt misslyckas i Blekinge bedrivs den i allmänhet med framgång vid t. ex. Kalmar läns norra kust. Undantag från denna regel utgjorde våren 1943, då rommens utveckling uteblev eller förlöpte abnormt, obefruktade ägg ej vitnade och andra egendomligheter uppträdde. Det visade sig därvid att kläckningsvattnets salthalt detta år var närmare 7 ‰ och att salthaltsstandarden sannolikt i hela skärgården var förhöjd.

Visserligen tyda en del erfarenheter på att den i bräckt vatten levande romfisken kan ha en rom som senare uppvisar »saltskador» på äggen; emellertid torde detta ej vara giltigt skäl för att helt avstå från det bidrag till gäddyngelproduktionen odlingen av saltsjögädda utgör. Man bör emellertid vidtaga en del försiktighetsmått. Först och främst: befrukta i sött vatten. För enbart befruktning och transport åtgår ju ej så mycket vatten. Medför detta på rominsamlingsexpeditionerna i skärgården och undvik den vattenödslande sköljningen av rommen. Man kan så få rommen till anstalten utan att den varit i beröring med salt vatten.

Har man möjlighet torde det vara att föredraga att även låta äggutvecklingen försiggå i sött vatten. Man kan lyckas också i bräckt vatten som ej är för salt, men man bör betänka sig två gånger innan man förlägger en anstalt eller ett kläckeri för gädda till kusten och avsett att drivas med bräckvatten. Gränsen kan vid vår östkust förläggas till Kalmar län; söder här om torde odling av saltsjögädda ej löna sig, norr härom kan den lyckas.

Gäddyngel kan utplanteras i bräckt vatten med upp till 10 ‰ salthalt (VALLIN 1936).

Då gäddodlingsarbetet med material från bräckvatten förefaller att ge synnerligen ojämna resultat, är det svårt att utan omfattande detaljundersökningar komma till en definitiv uppfattning i de skilda frågorna härvidlag. Ytterligare undersökningar vore av värde.

## IV. Kort handledning i gäddkläckning i glas

Utarbetad i samråd med fiskmästare H. ANDERSSON, Mörsil.

### 1. Avelsfisk.

Till avelsfisk bör tagas endast sådana romfiskar, som lätt avgiva rom resp. mjölke, alltså ej »hårda» romfiskar. Fiskar, som delvis äro utlekta eller hållits i sump längre tid, giva ofta dåligt befruktningsresultat, liksom fiskar med vattnig rom. Var kräsen vid valet av avelsfisk.

### 2. Kramning.

Kramningen sker försiktigt, masserande. Låt ej rommen falla från mer än ca 10 cms höjd ned i kärlet. Kan gäddorna dödas före kramningen sker den lättast. Blod i rommen är ej skadligt i och för sig, men kan tyda på att omogen rom troligen börjar komma med. Slem bör borttorkas.

Även vid kramning av hanar kan massage framifrån från trakten av bröstfenorna löna sig.

Bäst konstbefruktas med rom och mjölke omedelbart efter det den tagits ur mogen moderfisk. Kan befruktning ej ske genast, bör rom och mjölke ej förvaras i fisken utan kramas ur denna och förvaras, rommen i slutet flaska av ett eller annat slag, mjölken i igenkorkat rör, i båda fallen under sorgfälligt undvikande av väta och vid låg temperatur (rommen dock ej under ca 3°). Rommen bör dock ej förvaras längre än någon timme efter kramningen, om befruktningsresultatet skall bliva fullgott; mjölken kan vid låg temperatur (nära 0°) förvaras i 2—3 dygn. Eventuellt kan vid mjölkebrist hela mjölkesäcken tagas ur den mogna hanen och begagnas för befruktningen sönderhackad eller så förvaras.

### 3. Konstbefruktning.

Befruktning sker i skål eller hellre flaska, bäst vidhalsad med patentlås. Kärlet bör hållas så torrt som möjligt och alltså ej fuktas. En literflaska kan fyllas till ca hälften med rom, därpå tillsättes utefter kanten mjölke från en eller flera hanar; få droppar räcka. Sker befruktningen i öppen skål, tillsättes mjölken på rommassan, varefter man rör om eventuellt med fiskstjärten, en fjäder eller handen. Vatten tillsättes snarast möjligt (dröj ej härmed!) och flaskan stjälpes tillsluten upprepade gånger, men ej för häftigt, upp och ner eller rör man omsorgsfullt om i skålen någon minut. Saltsjögädda bör befruktas och dess rom transporteras i sötvatten.

#### 4. Romtransport.

Innan rommassan klibbat ihop, alltså 2—3 minuter efter vattentillsatsen, upphålles rommen — efter en eller flera sköljningar om transporten blir långvarigare än några timmar — i transportkärlet, en hink e. d., där den på 1 timme sväller till 2 à 2 ½ gånger sin ursprungliga volym. I transportkärlet bör rommen ej stå längre än nödvändigt (dock till dess den starkaste klibbigheten gått över — ca 1 timme), hållas så svalt som möjligt (dock ej under 3°) och röras om försiktigt med 1 timmes mellanrum ev. med vattenbyte. Redan efter ett halvt dygn i kärlet kan rommens vidare utveckling vara försvårad, även om temperaturen är så låg som kring + 5°. Vid högre temperatur kan redan några timmars stillastående i transportkärlet giva ökad dödlighet genom kvävskador senare. Rom kan även transporteras i påsar, torrt. Dock ej gärna mer än några timmar allt efter temperaturen.

Låt ej uppehållet i transportkärlet förlängas av en som regel överflödigg temperering efter framkomsten till anstalten.

#### 5. Inläggning.

Sker befruktningen vid anstalten, tömmas rommen direkt i kläckningsglaset annars snarast efter befruktningen. Glasen kunna vara av olika typer, viktigast är att, om vattentrycket (= nivåskillnaden mellan vattentytan i bassängen eller cisternen och glasets överkant) är stort, kranen ej sitter omedelbart under glasets fäste.

Glaset fylles bäst till ca hälften; med för litet rom går glaset ej så bra och är sämre att rensa. I samma glas bör blott rom, tagen samma dag eller på varandra följande dagar, kläckas.

#### 6. Skötsel i glaset.

Vatten bör genast släppas på, så att verklig genomrinning erhålles, men ej så mycket att rommen nederst i tratten virvlar för hårt eller hela romkakor lyfta sig — 0,5 l/min. bör ej underskridas. Omrörning med en fjäder kan ske ibland. Efter några dagar brukar man lämpligen kunna öka vattenpåsläppningen för att den nu föga klibbande rommen skall cirkulera ordentligt, vilket ej är behöfligt de första dagarna. Mot tidpunkten för kläckningen bör man hålla minst 2—3 l/min. Viktigt är att vattenstrålen underifrån går rätt upp i glaset.

En viss »dödlighet» (vitnande) inträder ofta genast vid inläggningen. Det rör sig då om skadade romkorn, vilka av vissa anledningar ej alltid vitna förrän rommassan blandas upp med vatten. Efter några dagar inträ-

der även en större dödlighetsperiod, vilket betyder att de obefruktade romkornen dö undan. Döda romkorn bära *sorgfälligt* plockas bort med håv eller hävert, vilket underlättas av att de i allmänhet samlas upp till vid glasväggen. Plockningen bör dock ej begynna (eller ske mycket försiktigt) förrän 1/4 av rommens utveckling försiggått. Inträder svampbildning, bära infekterade ägg och klumpar skyndsamt bortplockas. Under hela tiden i glaset bör rommen skyddas för starka temperatursänkningar, vilka under frostnätter kunna nedgå till några få grader. Temperaturer under 3—4° kunna vara skadliga. Uppvärmningsmöjligheter äro alltså en fördel.

### 7. Kläckning.

När kläckningen efter ca 120 dygnsgrader, d. v. s. efter t. ex. 12 dygn vid 10°, är förestående, sättes en enriskvist i glaset för att ynglet skall få fäste och lättare komma ut ur glaset. Vid upp till 2 liter rom brukar i regel allt yngel då själv så småningom ta sig ur glaset och kan få göra så om fallhöjden ej blir för stor. Finner man det lämpligt, kan man (vid tillgång på glas) dela upp rommen på flera glas och härigenom slippa sålla ynglet.

Vid mera rom i glaset måste man passa kläckningen mycket noga, så att kläckt yngel ej blir kvar i glaset för länge. Oftast kläckes hela rommassan ganska fort, och en del av ynglet kan få utkläckas i glaset, innan det via något kärl tömmes i en sällåda och sållas ut i yngelbassängerna. Lådans botten består av metalltrådsnät helst med avlänga maskor, 2 × 3,3 mm. En temperaturhöjning på någon grad vid sållningen är gynnsam. Okläckt rom får ej ligga för länge hopad i sållet. Den kan då kläckas på grund av syrgasbrist och giva svagt yngel. Man bör se noga efter att ynglet ej sållas ner i högar och att ynglet genast fäster sig.

### 8. Yngelutveckling.

I yngelbassängerna har man bäst dukar av ett eller annat slag (ofta av metall) nedsänkta, vilka bör räcka ända ner till botten av bassängen, så att ynglet lätt kan fästa sig. Ris och kvistar är sämre. Ansamling av dött yngel på bassängbotten måste undvikas.

### 9. Utplantering.

När ynglet simmar fritt, bör det utplanteras i sjöar eller uppfödningssdammar. Låt under yngeltransporten vattnet ej bli varmt eller stillastående. Tänk på att ynglet skall spridas väl och behöver skydd där det planteras ut. Gäddyngel bör ej planteras ut i bräckt vatten, saltare än 10 ‰.

## Översikt över äggskador.

(Siffrorna inom parentes hänvisa till figurer på plansch I—III.)

Här skall lämnas en kort översikt över de skador på gäddrommen med vilka fiskodlaren kan komma i kontakt och vilkas orsak det kan vara värdefullt att känna till. För att kunna iakttaga de här nedan anförda kännetecknen fordras en tämligen hög förstoring (gärna upp till 50 ggr) men även en stark lupp (8—10 ggr förstoring) kan lämna god hjälp.

### *Totalskador.*

#### *Krossning.*

Starkt tryck eller hård stöt har träffat ägget. Textfig. 36, sid. 81 visar äggskalets tryckhållfasthet vid olika utvecklingsgrad. Stöten måste i allmänhet ha varit starkare än vad som motsvarar ett fall från 1 ms höjd mot hårt underlag.

Ägget helt vitt och ogenomskinligt. (55.)

Äggviteämnena i gulan ha koagulerat beroende på bristningar i gulehöljet eller förändringar i dess genomsläpplighetsegenskaper. Dessa kunna i sin tur vara föranledda av stöt (för stötkänsligheten se fig. 37, sid. 83) eller annan skada. Närmare kan dödsorsaken i detta fall ej fastställas. Varje allvarlig skada för förr eller senare till att ägget vitnar. Vanligast vitna ägg dels genast vid inläggningen i glasen (skadade ägg) dels efter några dagar, då de obefruktade äggen dö undan och slutligen senare, ofta på grund av tidigare skedd kvävning.

### *Äggskalsskador.*

#### *Bristning.*

Se ovan: totalskador, krossning.

Ägget förblir osvällt. (1, 38.)

Ägget omoget eller »övermoget» (legat för länge i den döda moderfiskens eller förvarats torrt för länge före vattentillsatsen). Även rom av saltsjögädda, särskilt om den kommer i saltvatten, sväller dåligt eller ej alls.

Ägget ofullständigt svällt. (2, 42.)

Groddplasman mer eller mindre okoncentrerad men radiärsymmetrisk.

Samma orsaker som ovan. Möjligen också för surt vatten.

Groddplasman mer eller mindre okoncentrerad men oregelbundet diffus. Ägget kan ha varit normalt och befruktat men därefter utsatts för stark syrgasbrist.

Ägget svampbevuxet. (55.)

Svampbevuxning träffar i regel blott döda eller skadade ägg. Påträffas påväxt på levande ägg kan det röra sig om smutsvattenorganismer och vattenförorening.

Ägget missfärgat.

Ofta påväxt av olika slags organismer, vilken kan medföra skenbar klubbighet.

*Guleskador.*

Vitnande gula — helt eller delvis.

Genom stötar eller annan skada har gulans hölje skadats. Småningom vitnar hela ägget, se ovan. Obefruktade ägg vitna efter några dygn utan särskild yttre påverkan. I salt vatten inträder ej alltid vitnande.

Gulan mer eller mindre hopsjunk. Vitnande inträder snart. (26, 49.)

Ägget har utsatts för stöt (se ovan). Temperaturer kring och över 25° under längre tid samt för kort tid upp till 35—40° medföra även hopfall av gulan liksom stundom höggradig syrgasbrist.

*Groddskador.*

A. Tidiga stadier (utvecklingens första tredjedel).

1. Groddplasman ej väl koncentrerad till klyvningskupol, ej klyvningar.

a. Grodden regelbundet radiärsymmetrisk och homogen. (3, 42.)

Ägget ej moget eller »övermoget» (eller nyligen befruktat).

b. Grodden oregelbunden eller diffus. (25.)

Ägget kan ha utsatts för tämligen stark syrgasbrist på stadier motsvarande 0—10 % utvecklingsgrad.

2. Groddplasman mer eller mindre väl koncentrerad med klyvningar i olika stadier. (4—16, m. fl.)

Den normala, väl koncentrerade grodden skall se ut som en vetebulle vari cellgränserna blott otydligt skönjas. Är grodden mer utbredd över gulan eller cellgränserna avsnöra cellerna mer eller mindre skarpt från varandra föreligger en viss grad av kvävning (6, 27, 28, 44). Troligen en synnerligen vanlig företeelse. Om kvävningen ej gått för långt torde skadan ej alltid vara farlig.

3. Groddplasman väl koncentrerad, homogen men ej kliven. (4, 45.) Ägget kan vara nybefruktat men ännu ej hunnit påbörja celledelningarna. Ägget kan vara obefruktat. Detta kan bero på att ägget varit omoget, övermoget, att det antingen hos en länge sumpad eller utlekt hona eller på grund av dåligt utförd befruktning (fukt i kärlet, våtbefruktning, otillräcklig omrörning) redan tillslutit mikropyle innan spermerna hunnit fram, att mjölken varit dålig eller otillräcklig (dock torde en droppe räcka för en literflaska vid omsorgsfull befruktning).

4. Groddplasman i sin helhet mer eller mindre avsnörd från gulan.

a. Ej klyvningar. (29, 30, 48.)

Ägget obefruktat. Orsaker härtill: se ovan.

b. Klyvningar. (31.)

Syrgasbrist torde stundom kunna ge denna skada liksom för hög temperatur. Möjligen är i senare fallet syrgasbrist den egentliga orsaken. Hög salthalt kan även vara en orsak.

5. Groddplasman kliven men blott partiellt (varvid det oklurna partiet ligger basalt eller på en sida) eller är grodden loberad, ofta även med utskjutande cellrader eller uppdelad. (32, 33, 34.)

Antingen för hög salthalt i kläckningsvattnet eller härstammar romhonan från saltsjön.

6. Utvecklingen fördröjd (i jämförelse med övrig jämgammal rom).

Syrgasbrist.

7. Grodden på ett eller annat sätt abnorm.

Ägget kan vara felaktigt anlagt i ovariet eller skadat ehuru från början normalt (t. ex. genom för låg temperatur).

B. Senare stadier.

1. Embryoutvecklingen fördröjd.

Syrgasbrist.

2. Embryot för långt och smalt i förhållande till organutvecklingen.

Syrgasbrist.

3. Embryot abnormt (kluvet, krökt e. d.).

Ägget fel anlagt i ovariet eller på annat sätt skadat under utvecklingen. För hög salthalt ger stor procent abnorma embryoner.

# Literaturverzeichnis.

## *Litteraturförteckning.*

(S. F. = Svensk Fiskeritidskrift, Stockholm.)

- ADOLPHI, H., 1906: Über das Verhalten von Wirbeltierspermatozoen in strömenden Flüssigkeiten. *Anat. Anz.* 28.
- ÄGREN, H., 1919: Om sjöregleringar och fisket. S. F.
- ALM, G., 1926 a: Notizen über Uferwassertemperatur der Seen im Frühling. *Arch. Hydrobiol.* 17.
- 1926 b: Vattentemperaturen vid gäddans lekstränder. S. F.
- 1929: Handledning i fiskevård och fiskodling. *Meddel. K. Lantbruksstyr.* 275.
- 1935: Plötsliga temperaturväxlingars inverkan på fiskar. *Meddel. undersökn. försöksanstalt sötvattensfisket* 6.
- 1936: Vårda gäddbeståndet och förbättra gäddfisket! *Flygblad nr 1, utg. K. Lantbruksstyr. Fiskeribyran.*
- 1942: *Sötvattensfisket.* Stockholm.
- ANDERSEN, K. TH., 1929: Die Abhängigkeit der Herzschlagzahl und der Atembewegungen bei Knochenfischen von der Keimlingsgrösse und der Temperatur. *Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Bachforellenkeimlingen. Z. vergl. Physiol.* 11.
- ANON., 1945: Befruktningsduglig rom ur död gädda. S. F.
- AOKI, K., 1939—40: Über die Wasseraufnahme der Lachseier. I und II. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.* 6, *Zool.* 7.
- 1941: Über die Wasserabsorption des Salamandereies. *Ibid.*
- APSTEIN, C., 1911: Die Verbreitung der pelagischen Fischeier und Larven in der Beltsee und den angrenzenden Meeresteilen 1908—1909. *Wiss. Meeresunters., N. F., Kiel* 13.
- ARVIDSSON, G., 1931: Skötsel av befruktad fiskrom och utplantering av fiskyngel. S. F.
- 1937: Kläckning av gäddägg. S. F.
- AUBERT, H., 1853: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische. *Z. wiss. Zool.* 5.
- 1855: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Fische II. *Ibid.* 7.
- BABÁK, E., 1911: Über die provisorischen Atemmechanismen der Fischembryonen. *Zentralbl. Physiol.* 25.
- BARODIN, N., 1927: Hatching egg without running water. *Amer. Fish. Soc., Trans.* 57.
- BERR, M., 1917: Über Hechtbrut. *Allg. Fischereiztg* 1917: 8.
- BJÖRNEMARK, A., 1937: Gäddkläckning med tillhjälp av elektricitet. S. F.
- BORNE, M. V. D., 1895: *Künstliche Fischzucht.* IV. Aufl. Berlin.
- BROFELDT, P., 1914: Förslag till ett billigt och bekvämt sätt att transportera fiskrom för kläckningsändamål. *Fiskeritidskr. Finland.*
- 1923: Ett märkligt fall av »vattenmögel» hos sikrom. *Ibid.*

- BRÜHL, L., 1913: Eine neue Methode der Erbrütung von Hechteiern. Fischereiztg.
- BRUNDIN, L., 1946: Gäddkläckningsförsök på olika bottensubstrat. S. F.
- CZESNSNY, R., 1943: Kritische Bemerkungen zur Angabe des Sauerstoffgehaltes in mg oder ccm und zur Berechnung des Sauerstoffsättigungsgrades. Z. Fischerei 41.
- DAHR, E., 1940: Ny litteratur om gäddodling. S. F.
- DEVOLD, F., 1935: The susceptibility of plaice eggs to shock. K. Norske Vid. Selsk. Forhandl. 8: 22.
- EHRENBAUM, E., 1905—1909: Eier und Larven von Fischen des nordischen Planktons. Kiel u. Lpz.
- EKMAN, T., 1914: Gäddodling. S. F.
- ELLIS, W. G. and J. W. JONES, 1939: The activity of the spermatozoa of *Salmo salar* in relation to osmotic pressure. J. exper. Biol. 16.
- EMBODY, G. C., 1934: Relation of temperature to the incubation periods of eggs of four species of trout. Amer. Fish. Soc., Trans. 64.
- EMSING, B. A., 1934: Anordning vid kläckningsglas. S. F.
- FREIDENFELT, T., 1928: Flottningens inverkan på fisket. Yttrande till Västerbygdens Vattendomstol. Allmänna delen. Karlstad.
- GABRIEL, M. L., 1944: Factors affecting the number and form of vertebrae in *Fundulus heteroclitus*. J. exper. Zool. 95.
- GERRISH, C. S., 1940: Hand spawning of brown trout. Wet and dry methods compared. Salmon and trout magazine. London.
- GESSNER, F., 1932: Schwankungen im Chemismus kleiner Gewässer in ihrer Beziehung zur Pflanzenassimilation. Arch. Hydrobiol. 24.
- GOTTBERG, G., 1921: Utkläckning av gäddrom i Pernå skärgård våren 1920. Fiskeritidskr. Finland.
- 1923: Om befruktning och utkläckning av gäddrom. Ibid.
- 1926: Samarbete mellan gäddodlare. Ibid.
- 1927: Om befruktning och utkläckning av gäddrom. Ibid.
- 1929: Några råd i gäddkläckning. Ibid.
- GRAY, J., 1920: The relation of the animal cell to electrolytes. I. A physiological study of the egg of the trout. J. Physiol. 53.
- 1928: The growth of fish. II. The growth-rate of the embryo of *Salmo fario*. III. The effect of temperature on the development of the eggs of *Salmo fario*. Brit. J. exp. Biol. 6.
- 1932: The osmotic properties of the eggs of the trout (*Salmo fario*). J. exper. Biol. 9.
- HAGMAN, N., 1946: Gäddfångsternas årliga växlingar i skärgårdshaven. S. F.
- HARTMANN, M., 1940: Die stofflichen Grundlagen der Befruchtung und Sexualität im Pflanzen- und Tierreich. Naturwiss. 28. Dez.
- HATA, K., 1927: On the influence of four kinds of vibration upon the eggs of *Oncorhynchus masou*. J. Imp. Fish. Inst. 23: 3, Tokyo.
- 1929: On the influence of the duration of time of vibration upon the development of fish eggs. Ibid. 24: 5.
- HEIN, W., 1907: Zur Biologie der Forellenbrut. II. Über die absolute Druchfestigkeit der Bachforelleneier. III. Über die Wirkung von Druck, Stoss und Fall auf die Entwicklung der Bachforelleneier. Allg. Fischereiztg.
- HEUSCHMANN, O., 1940: Die Hechtzucht. Handb. Binnenfischerei Mitteleur. IV: 7.
- HEYKING, 1909: Die künstliche Hechtzucht. Fischereiztg.

- HIS, W., 1873: Untersuchungen über das Ei und die Eientwicklung bei Knochenfischen. Lpz.
- HÖGSTRÖM, G., 1944: Gäddkläckning i invallningsdammar. S. F.
- HOPKE, W., 1938: Künstliche Erwärmung des Speisewassers in den Hechtbrutanstalten. Fischereiztg.
- HÖRHAMMER, E., 1912: Die künstliche Erbrütung des Hechtes. Allg. Fischereiztg.
- HUBBARD, M. J. and LORD ROTSCCHILD, 1939: Spontaneous rhythmical impedance changes in the trout's egg. Proc. Roy. Soc. London B 127.
- JANISCH, E., 1927: Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichende Biologie. Abhandl. Theorie organ. Entwickl. II.
- JOHANSEN, A. C. und A. KROGH, 1914: The influence of temperature and certain other factors upon the rate of development of the eggs of fishes. Cons. Internat., Publ. circonst. 68.
- JOHANSSON, B., 1939: Något om gäddrom och dennas svällning. S. Sveriges Fiskerifören. Skr.
- JØKER, P. NISSEN, 1943: Forsøg over Befrugtning hos Regnbueørred. Ferskvandsfiskeribladet.
- KANNEGIETER, J., 1937: Künstliche Erwärmung des Speisewassers in Hechtbrutanstalten. Fischereiztg.
- 1938: Die künstliche Erwärmung des Speisewassers in Hechtbrutanstalten. Ibid.
- 1939: Neuer Hechtbrutapparat DRGM. Ibid.
- KASANSKY, J., 1938: Der erste Fall einer Beweglichkeit der Fischembryonen in frühen Entwicklungsstadien. Zool. Anz. 75.
- KAWAJIRI, M., 1927 a: On the preservation of the egg and sperm of *Oncorhynchus masou*. J. Imp. Fish. Inst. 22: 2. Tokyo.
- 1927 b: On the optimum temperature of water for hatching the eggs of rainbow-trout. Ibid. 23: 3.
- 1927 c: The influence of variation of temperature of water on the development of fisheggs. Ibid. 23: 3.
- 1928: The influence of variation of temperature of water on the development of fisheggs II. Ibid. 24: 1.
- KROGH, A. and H. USSING, 1937: A note on the permeability of trout eggs to D<sub>2</sub>O and H<sub>2</sub>O. J. exper. Biol. 14.
- KRYZANOVSKY, S., 1933: Atmungsorgane der Fischlarven und die Pseudobranchie. Trav. Labor. Morphol. évol. Leningr. I: 2.
- KUHL, W., 1939: Zeitrafferfilm-Untersuchungen über die rhythmischen Bewegungen des Blaufelchen- und Gangfischeies während der Entwicklung. Z. wiss. Zool. 152.
- LARSEN, A., 1944: Om Aborrer og Gædder og deres Yngleforhold ved Bornholms kyster. Ferskvandsfiskeribladet.
- LEINER, M., 1932: Die Entwicklungsdauer der Eier des dreistacheligen Stichlings in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur. Z. vergl. Physiol. 16.
- LINDHÉ, C., 1945: Gädgynglen. S. F.
- LINDROTH, A., 1941: Mikromethoden in der hydrobiologischen Feldarbeit. Bestimmung des Sauerstoffes und des freien Kohlenstoffdioxydes. Arch. Hydrobiol. 38.
- 1942 a: Sauerstoffverbrauch der Fische II. Verschiedene Entwicklungs- und Altersstadien vom Lachs und Hecht. Z. vergl. Physiol. 29.
- 1942 b: Undersökningar över befruktnings- och utvecklingsförhållanden hos lax. Meddel. undersökn. försöksanstalt sötvattensfisket 19.

- 1943 a: Varför misslyckas kläckning av saltsjögädda? S. F.  
 — 1943 b: Hur förrättar gäddan sin lek? S. F.  
 — 1943 c: Fiskrommens känslighet. S. F.  
 — 1944: En kolugns inverkan på en fiskodlingsanstalt. S. F.  
 — 1945: Hur fiskrom vitnar. S. F.
- LOEB, J., 1894: Über die relative Empfindlichkeit von Fischembryonen gegen Sauerstoffmangel — — —. Arch. ges. Physiol. 55.  
 — 1895: Untersuchungen über die physiologischen Wirkungen des Sauerstoffmangels. Ibid. 62.  
 — 1910: Können die Eier von *Fundulus* und die jungen Fische in destilliertem Wasser leben? Arch. Entwicklungsgesch. Organ. 31.
- LUNDIN, U., 1945: Gäddynglets utsättande. S. F.
- MANERY, I. and L. IRVING, 1935: Water changes in trout eggs at the time of laying. J. cell. comp. Physiol. 5.
- MC NAMARA, F., 1937: Breeding and food habits of the pikes (*Esox lucius* and *Esox vermiculatus*). Amer. Fish. Soc., Trans. 67.
- MAST, H., 1919: Eizahlen bei Hecht, Barsch und Bachsaibling. Allg. Fischereiztg.
- MAYENNE, V. A., 1940: Über die Ursachen der Schwankungen in der Eigrösse bei den Knochenfischen. C. R. Acad. Sci. URSS 28: 7.
- MOLIN, E., 1936: Konstbefruktning och kläckning av gäddrom. S. F.  
 — 1941: Om lämpliga metoder vid kläckning av gäddrom i glas. S. F.  
 — 1941: Nya metoder vid kläckning av gäddrom. Lantbrukstidskr. Dalarna.
- NAKAI, N., 1927: On the influence of water temperature upon the development of the eggs of *Leuciscus hakuensis*. J. Imp. Fish. Inst. 22, Tokyo.
- NERESHEIMER, E., 1939: Om fiskodling. S. F.
- NORDQVIST, O., 1909: Erfarenheter gjorda under fiskodlingen 1908. S. Sveriges fiskerifören. Skr.
- OLIPHAN, V. I., 1940: Diurnal rhythms in the respiration of fish larvae. C. R. Acad. Sci. URSS 29.
- OLOFSSON, O., 1933: Om rommens mängd, antal och storlek hos laxen. S. F.  
 — 1941: Om kläckning av gäddrom i glas. S. F.
- OOSTEN, J. VAN, 1937: Artificial propagation of commercial fish of the great lakes. Trans. Sec. N. Amer. Wildlife Conf.
- ORSCHLER, PH., 1938: Wichtige Erfahrungen beim Erbrüten von Hechtlaich. Allg. Fischereiztg.
- PETERSON, H. H., 1945: Gäddodlingen i norra Västerbotten. S. F.
- RANSOM, W. H., 1867: On the conditions of the protoplasmatic movements in the eggs of osseous fishes. J. Anat. Physiol. I.
- REIBISCH, J., 1902: Über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung von Fischeiern. Wiss. Meeresunters., N. F. Kiel 6.
- REICHERT, K. B., 1856 a: Über die Mikropyle der Fischeier — — —. Müllers Arch. Anat. Physiol.  
 — 1856 b: Über — — — und über die sogenannten Rotationen des Dotters im befruchteten Hechtei. Ibid.  
 — 1857: Der Nahrungsdotter des Hechteies — eine kontraktile Substanz. Ibid.

- ROLLEFSEN, G., 1930: Observation on cod eggs. Cons. Internat., Rapp. Proc. Verb. 65.
- 1932: The susceptibility of cod eggs to external influences. Cons. Internat., J. 7.
- ROSÉN, N., 1929: Om gäddodling (ref.). S. F.
- RUNNSTRÖM, J., 1920: Über osmotischen Druck und Eimembranfunktion bei den Lachsfischen. Acta Zool. 1 (Stockholm).
- RUSCONI, M., 1840: Über künstliche Befruchtungen von Fischen und über einige neue Versuche in Betreff künstlicher Befruchtung an Fröschen. Müllers Arch. Anat. Physiol.
- SCHÄPERCLAUS, W., 1933: Lehrbuch der Teichwirtschaft. Berlin.
- 1940: Untersuchungen an Eiern und Brut von Maränen, Hechten und Forellen. Verhandl. Int. Verein, Limnol. 9.
- SCHEMINSKY, F., 1929: Wasserhaushalt und Wachstum. Arch. ges. Physiol. 223.
- und FRITZI GAUSTER, 1924: Die Schädigung der Membran des Forelleneies durch den elektrischen Strom. Arch. mikr. Anat. Entwicklungsmechanik. 101.
- SCHOURING, L., 1924: Biologische und physiologische Untersuchungen an Salmonidensperma. Arch. Hydrobiol., Suppl.-Bd. 4.
- 1928: Weitere biologische und physiologische Untersuchungen an Salmonidensperma. Zool. Jahrb., Zool. Physiol. 45.
- SCHINDLER, O., 1934: Über die Brut von vier einheimischen Süßwasserfischen. Allg. Fischereiztg.
- SCHLENK, W. und H. KAHMANN, 1937: Reaktionskinetische Untersuchungen der Bewegung der Forellenspermatozoen. Z. vergl. Physiol. 24.
- SCHMIDTOW, A. I., 1936: Über das Überleben des Spermas von *Accipenser*-Arten unter verschiedenen äusseren Verhältnissen. C. R. Acad. Sci. Leningr., N. S. 1936: 3.
- SCHUCHARDT, H., 1928: Eine vielversprechende neue Konstruktion von Zuger Selbstaulesern. Fischereiztg.
- 1937: Künstliche Erwärmung des Speisewassers in Hechtbrutanstalten. Ibid.
- 1938: Der Hecht, seine natürliche und künstliche Fortpflanzung und seine wirtschaftliche Notwendigkeit für die Fischwasser. Allg. Fischereiztg.
- SCHULZ, L. P., 1938: The breeding habits of salmon and trout. Ann. Rep. 1937, Smiths. Inst., Wash.
- SEGERSTRÅLE, C., 1922: Konstbefruktning och kläckning av gäddrom i Ekenäs skärgård 1921. Fiskeritidskr. Finland.
- 1928: Några ord om befruktning och utkläkning av gäddrom. Ibid.
- 1932: Försök rörande gäddrommens och mjölkens livslängd. S. F.
- 1940: Om transport av rom och yngel vid fiskodlingsarbetet. S. F.
- 1941 a: Om rommens utveckling från befruktat ägg till yngel speciellt hos gädda samt några råd till fiskodlare. S. F.
- 1941 b: Huru länge bibehåller gäddmjölken sin befruktningförmåga efter överföring i vatten? Soc. Fauna Flora Fenn., Mem. 17, Hfors.
- SKOGLUND, E. A., 1928: Gäddfiskevård och gäddodling. S. F.
- STROGANOFF, N. S., 1938: Wasserpermeabilität der Zellen. Periodische Schwankungen des Eivolums beim Barsch unter normalen Bedingungen. Biol. Z. Moskow. 7.

- SUNDBERG, O. A., 1932: Ny metod att konstbefrukta gädd-, sik- och siklöjrom. S. F.
- 1941: Luftblåsor kunna döda gäddrommen under kläckningen. S. F.
- SUNDIN, A., 1945: Gäddkläckning. S. F.
- SVÄRDSON, G., 1945: En gäddlek i siffror. S. F.
- 1946: Kromosomstudier på laxfiskar. S. F.
- SVENSSON, C. A., 1931: Några iakttagelser rörande konstbefrukning. S. F.
- 1932: Några iakttagelser angående konstbefrukning. S. F.
- 1935: Praktiska anvisningar vid gäddodling i fritt vatten. S. F.
- SVENSSON, G., 1944: Anordningar för vård av gäddyngel i kläckningsanstalt. S. F.
- SVETLOV, P., 1929: Entwicklungsphysiologische Beobachtungen an Forelleneiern. Arch. Entwicklungsmechanik Organ. 114.
- TÄGTSTRÖM, B., 1937: Några erfarenheter vid gäddodling. S. F.
- 1938 a: Om kläckning av gäddrom. S. F.
- 1938 b: Några praktiska råd till fiskodlare. S. F.
- 1944: Fiskevård och fiskodling. Stockholm.
- TAUTI, M., 1925: — J. Imp. Fish. Inst. 21: 1.
- 1928: On the influence of the variation of temperature of water upon hatch-rate and the hatching days of fish-eggs. Ibid. 24: 1.
- TRACHSEL, A., 1945: Nogle Forsøg med Tørbefrugtning. Ferskvandsfiskeribladet.
- TRIFONOVA, A. N., M. F. VERNIDUBE et N. D. PHILIPPOV, 1939: La physiologie de la différenciation et de la croissance. 2. Les périodes critiques dans le développement des salmonides et leur base physiologique. Acta Zool. 20 (Stockholm).
- VALLIN, S., 1936: Utplantering av gädd- och sikyngel i saltvatten. S. F.
- VIDEBÆK, 1913: Geddeudklækning efter en ny metode. Dansk Fiskeritidende.
- VOGT, C., 1842: Embryologie des salmones. In: Agassiz — Hist. nat. Poissons d'eau douce.
- WEIMANN, R., 1942: Zur Gliederung und Dynamik der Flachgewässer. Arch. Hydrobiol. 37.
- WESENBERG-LUND, C., 1912: Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen und deren Bedeutung. Int. Rev. Hydrobiol. 5.
- WIDEGREN, HJ., 1864, 1866, 1867: Handlingar och upplysningar rörande Sveriges Fiskerier afg. af Fiskeriintendenten. I, III och IV. Handl. rör. Landtbruket 24, 26 och 27.
- WIDERBERG, H., 1940: Kläckning av gäddrom med tillhjälp av varmvatten. S. F.
- WIEBE, A. H., 1934: Nocturnal depressions in the dissolved oxygen in fish ponds with special reference to an excess of coarse vegetation and of fertilizers. Amer. Fish. Soc., Trans. 64.
- WILLER, A., 1928: Untersuchungen über das Wachstum bei Fischen. II und IV. Z. Fischerei 26.
- 1933: Untersuchungen über das Wachstum bei Fischen VI. Ibid. 31.
- WINGE, Ö. and ESBEN DITLEVSEN, 1937: On some attempts to control sex determination by treatment of sperm in trout. C. R. Lab. Carlsberg 22: 7.

- WINTREBERT, P., 1912: Le mécanisme de l'éclosion chez la truite arc-en-ciel. C. R. Soc. Biol. 72, Paris.
- WUNDER, W., 1936: Physiologie der Süßwasserfische Mitteleuropas. Handb. Binnenfischerei Mitteleur. II B.
- YAMAMOTO, T., 1933: Influence of temperature on the embryonic development of the carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 2: 4.
- 1936: On the rhythmic movements of the egg of goldfish. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Zool. 4.
- 1939 a: Changes of the cortical layer of the egg of *Oryzias latipes* at the time of fertilization. Proc. Imp. Acad. Tokyo 15.
- 1939 b: Mechanism of membrane elevation in the egg of *Oryzias latipes* at the time of fertilization. Ibid.
- 1940: The change in volume of the fish egg at fertilization. Ibid. 16.
- ÅGREN, H. — se ÅGREN.

**Tafelerklärungen.**  
**Förklaring till planscherna.**

	Alter — ålder		
	Std. bzw. Tage, 10° <i>Tim. resp. dygn, 10°</i>	Tagesgrade, 10° <i>Dygngrader, 10°</i>	Entwickl.-grad, % <i>Utvecklingsgrad, %</i>
Tafel I. Die normale Eientwicklung. Schematisch. Vergr. etwa 9 ×.			
Plansch I. Normal äggutveckling. Schematiskt. Förstor. ca 9 ×.			
Fig. 1. Soeben abgelegtes, halbgeschwollenes Ei .....	0	0	0
<i>Nylagt, osvällt ägg</i>			
Fig. 2. Halb geschwollenes Ei .....	1	0,4	0,4
<i>Halvsvällt ägg</i>			
Fig. 3. Ei mit halb konzentriertem Keim .....	2	0,9	0,7
<i>Ägg med till hälften koncentrerad grodd</i>			
Fig. 4. Einzellstadium (oder unbefruchtetes Ei bis ent- sprechend etwa 3—4 % Entwicklungsgrad) .....	3	1,3	1,1
<i>Encellstadium (eller obefruktat ägg intill en ålder     motsvarande 3—4 % utvecklingsgrad)</i>			
Fig. 5. 2-Zellstadium .....	4	1,7	1,4
<i>2-cellstadium</i>			
Fig. 6. 4-Zellstadium (mit Erstickungssymptom) .....	5,5	2,3	1,9
<i>4-cellstadium (med kvävningssymptom)</i>			
Fig. 7. 4-Zellstadium, einmal beobachtete Tetradenstellung..	—	—	—
<i>4-cellstadium, en gång iakttagen tetradställning</i>			
Fig. 8. 8-Zellstadium .....	7,5	3,1	2,6
<i>8-cellstadium</i>			
Fig. 9. 16—32-Zellstadium .....	10	4,5	3,8
<i>16—32-cellstadium</i>			
Fig. 10. Zellkuppel .....	12-30	5-13	4,2-11
<i>Cellkupol</i>			
Fig. 11. Kuppelstadium .....			
<i>Kupolstadium</i>			
Fig. 12. Flache Kuppel .....	40	17	14
<i>Flat kupol</i>			
Fig. 13. Kalotte .....	2	20	17
<i>Kalott</i>			
Fig. 14. Kappe .....	2,5	25	21
<i>Hätta</i>			
Fig. 15. Pfropfen .....	3,5	35	29
<i>Propp</i>			
Fig. 16. Myomeren .....	4	40	33
<i>Myomer (= muskelsegment)</i>			
Fig. 17.	4,1	41	33
Fig. 18.   Erstes Embryostadium .....	4,5	45	37
Fig. 19.   Första embryostadiet .....	5	50	42
Fig. 20.	5,7	57	47
Fig. 21.	6,5	65	55
Fig. 22.   Zweites Embryostadium .....	7	70	60
Fig. 23.   Andra embryostadiet .....	8	80	65
Fig. 24.   Drittes Embryostadium .....	11	110	90
<i>Tredje embryostadiet</i>			

Tafel II. Unbefruchtete Eier oder anormale Eientwicklung. Brutstadien.  
*Plansch II. Obefruktade ägg, onormal äggutveckling samt yngelstadier.*

- Fig. 25. Ei, sofort nach der Eiablage erstickt  
*Ägg som kvävts genast det lagts*
- Fig. 26. Eingesunkener Dotter, das Ei einem Stoss ausgesetzt  
*Hopfallen gula, ägget har utsatts för stöt*
- Fig. 27. Ei, im 2-Zellstadium erstickt  
*Ägg som kvävts i 2-cellstadiet*
- Fig. 28. Ei, im 16—32-Zellstadium erstickt  
*Ägg som kvävts i 16—32-cellstadiet*
- Fig. 29. Unbefruchtetes Ei, etwa 4—8 % Entwicklungsgrad entsprechend  
*Obefruktat ägg vid en ålder motsv. ca 4—8 % utvecklingsgrad*
- Fig. 30. Unbefruchtetes Ei, > 10 % Entwicklungsgrad entsprechend  
*Obefruktat ägg vid en ålder motsv. > 10 % utvecklingsgrad*
- Fig. 31. Abgelöste Kuppel (Erstickung oder Salzfehler)  
*Avlöst kupol (kvävning eller saltfel)*
- Fig. 32. Partielle Furchung (Salzfehler)  
*Partiell klyvning (saltfel)*
- Fig. 33. Partielle Furchung und Ablösung (Salzfehler)  
*Partiell klyvning och avlösning (saltfel)*
- Fig. 34. Unregelmässige Kuppel (Salzfehler)  
*Oregelbunden kupol (saltfel)*
- Fig. 35. Frischgeschlüpfte Larve, etwa 9 mm lang  
*Nykläckt yngel, ca 9 mm långt*
- Fig. 36. Halberwachsene Larve  
*Till hälften utvuxet yngel*
- Fig. 37. Freischwimmende Brut, etwa 11 mm lang  
*Fritt simmande unge, ca 11 mm lång*

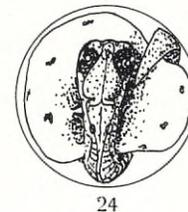
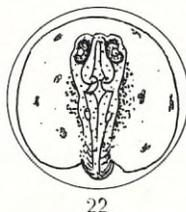
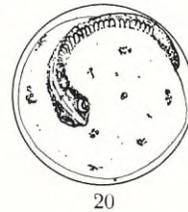
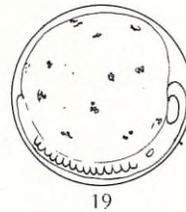
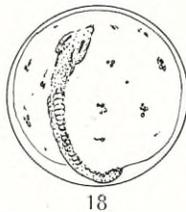
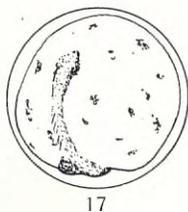
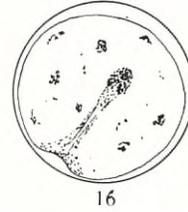
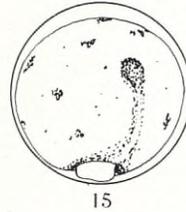
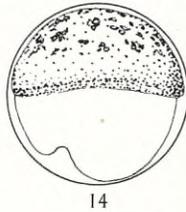
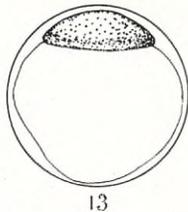
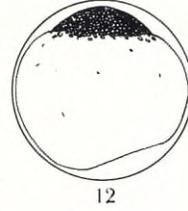
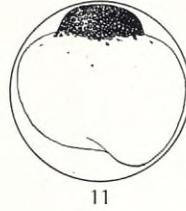
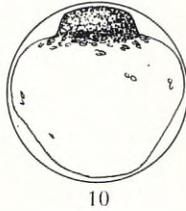
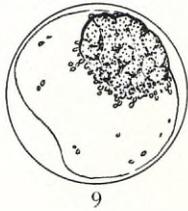
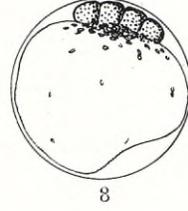
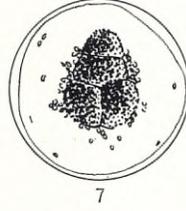
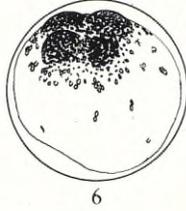
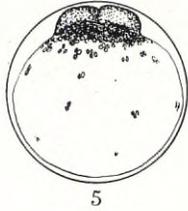
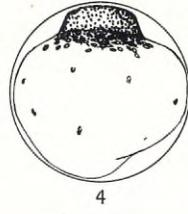
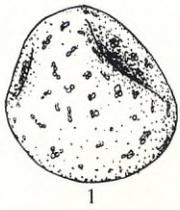
Tafel III. Photographische Aufnahmen. Vergr. etwa 7 ×  
 (Fig. 40 etwa 50 ×).

*Plansch III. Fotografier. Förstor. ca 7 × (Fig. 40 ca 50 ×).*

- Fig. 38. Frisch abgelegte Eier  
*Nylagda ägg*
- Fig. 39. Frisch abgelegtes Ei, hoher CO<sub>2</sub>-Konzentration ausgesetzt. Das Mikropylefeld tritt deutlich hervor  
*Nylagt ägg som utsatts för hög CO<sub>2</sub>-koncentration. Mikropylefältet framträder tydligt.*
- Fig. 40. Mikropyle. Optischer Schnitt  
*Mikropyle. Optiskt snitt*
- Fig. 41. Natürlich abgelaichte Eier, mit Detritus besetzt  
*Under naturlig lek lagda ägg, besatta med detritus*
- Fig. 42. Halb geschwollenes Ei  
*Halvsvullt ägg*
- Fig. 43. 2-Zellstadium  
*2-cellstadium*
- Fig. 44. 4-Zellstadium mit Erstickungssymptom  
*4-cellstadium med kvävningssymptom*

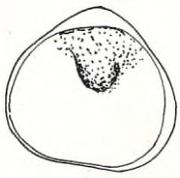
- Fig. 45. Unbefruchtetes Ei, im Alter dem 4-Zellstadium entsprechend  
*Obefruktat ägg i ålder motsvarande 4-cellstadiet*
- Fig. 46. 16—32-Zellstadium  
*16—32-cellstadium*
- Fig. 47. Kuppelstadium  
*Kupolstadium*
- Fig. 48. Unbefruchtetes Ei, im Alter dem Kuppelstadium entsprechend  
*Obefruktat ägg i ålder motsvarande kupolstadiet*
- Fig. 49. Im Kuppelstadium gestossenes Ei. Dotter eingesunken  
*I kupolstadiet stötskadat ägg. Gulan hopfallen*
- Fig. 50. Kappe  
*Hätta*
- Fig. 51. Pfropfen  
*Propp*
- Fig. 52. Myomerstadium (Eischale mit Kleinorganismen besetzt)  
*Myomerstadium (äggskalet besatt med mikroorganismer)*
- Fig. 53. Erstes Embryostadium (etwa 35 % Entwicklungsgrad)  
*Första embryostadiet (ca 35 % utvecklingsgrad)*
- Fig. 54. Drittes Embryostadium (etwa 90—100 % Entwicklungsgrad)  
*Tredje embryostadiet (ca 90—100 % utvecklingsgrad)*
- Fig. 55. Abgestorbenes mit Pilz bewachsenes Ei. Andere sind bedroht  
*Dött, svampbevuxet ägg. Andra äro hotade*
- Fig. 56. Halbgeschlüpfte Larve. Normaler Schlüpfungsverlauf  
*Halvkläckt yngel. Normalt kläckningsförlopp*
- Fig. 57. Dottersackschlüpfung  
*Gulsäckskläckning*
- Fig. 58. Schwanzschlüpfung  
*Stjärtläckning*

## Tafel I — Plansch I.





## Tafel II — Plansch II.



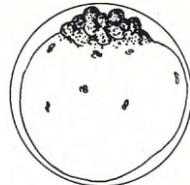
25



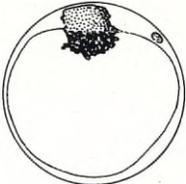
26



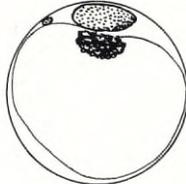
27



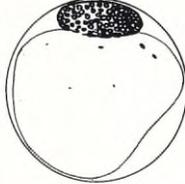
28



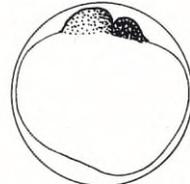
29



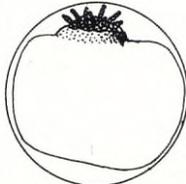
30



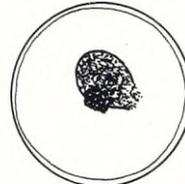
31



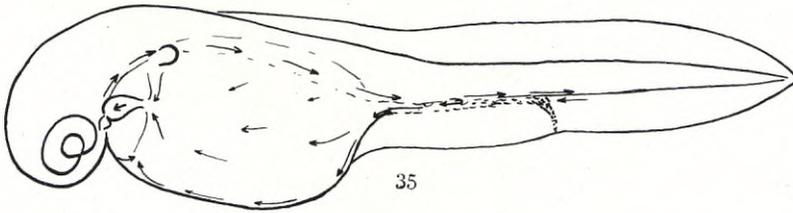
32



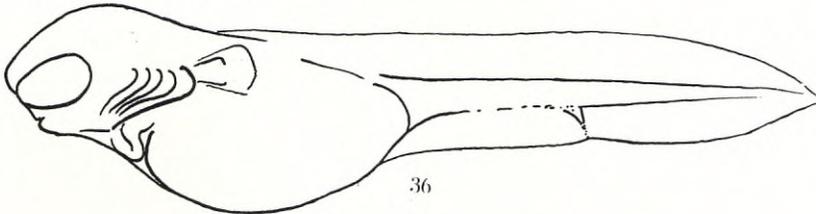
33



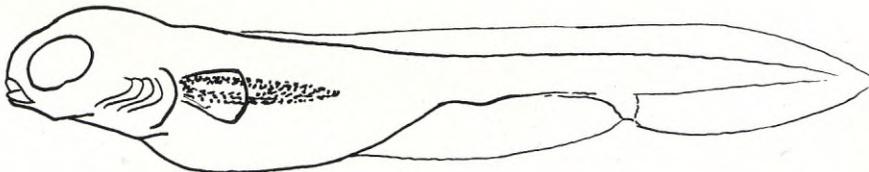
34



35



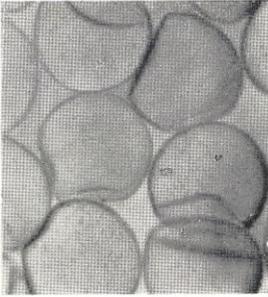
36



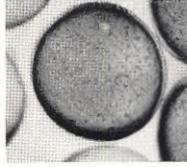
37



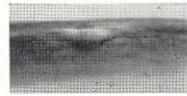
## Tafel III — Plansch III.



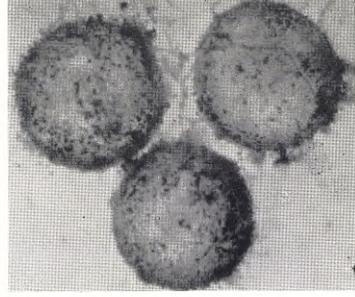
38



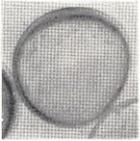
39



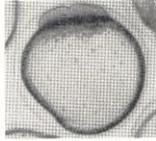
40



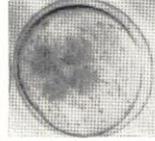
41



42



43



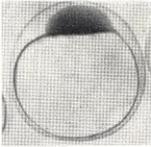
44



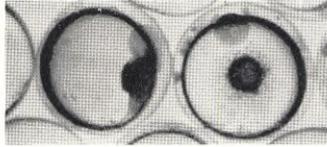
45



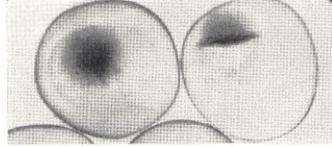
46



47



48



49



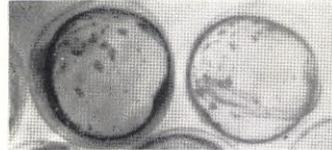
50



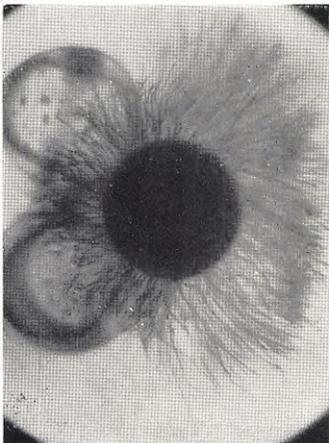
51



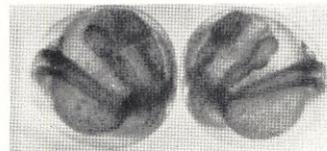
52



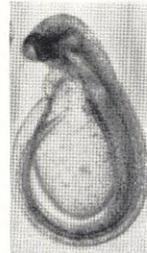
53



55



54



56



57



58







## Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket.

- \* 1933. *Gunnar Alm.* Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. Dess tillkomst, utrustning och verksamhet. Nr 1. Pris kr. 0:75.
1934. *Gunnar Alm.* Vätterns röding, fiskeribiologiska undersökningar. Nr 2. Pris kr. 0:75.
- \* 1934. *Christian Hessle.* Märkningsförsök med gädda i Östergötlands skärgård åren 1928 och 1930. Nr 3. Pris kr. 0:50.
1935. *Gottfrid Arvidsson.* Märkning av laxöring i Vättern. Nr 4. Pris kr. 0:75.
1935. *Sten Vallin.* Cellulosafabriken och fisket. Experimentella undersökningar. Nr 5. Pris kr. 0:75.
1935. *Gunnar Alm.* Plötsliga temperaturväxlingars inverkan på fiskar. Nr 6. Pris kr. 0:75.
1935. *Christian Hessle.* Gotlands havslaxöring. Nr 7. Pris kr. 0:75.
1935. *Orvar Nybelin.* Untersuchungen über den bei Fischen krankheitsregenden Spaltpilz *Vibrio Anguillarum*. Nr 8. Pris kr. 1:25.
1936. *Orvar Nybelin.* Untersuchungen über die Ursache der in Schweden gegenwärtig vorkommenden Krebspest. Nr 9. Pris kr. 0:75.
1936. *E. Rennerfelt.* Untersuchungen über die Entwicklung und Biologie des Krebspestpilzes *Aphanomyces astaci*. Nr 10. Pris kr. 0:75.
1936. *Gunnar Alm.* Huvudresultaten av fiskeribokföringsverksamheten. Nr 11. Pris kr. 1:—.
1936. *Gunnar Alm.* Industriens fiskeavgifter och deras användning. Nr 12. Pris kr. 1:50.
1937. *H. Bergström* och *Sten Vallin.* Vattenförorening genom avloppsvattnet från sulfatcellulosafabriker. Nr 13. Pris kr. 0:75.
1937. *Gunnar Alm.* Laxynglets tillväxt i tråg och dammar. Nr 14. Pris kr. 0:75.
1939. *Gunnar Alm.* Undersökningar över tillväxt m. m. hos olika laxöringsformer. Nr 15. Pris kr. 2:50.
1939. *Lars Brundin.* Resultaten av under perioden 1917—1935 gjorda fiskinplanteringar i svenska sjöar. Nr 16. Pris kr. 1:—.
1940. *Nils Törnquist.* Märkning av vänerlax. Nr 17. Pris kr. 1:—.
1940. *Sven Runnström.* Vänerlaxens ålder och tillväxt. Nr 18. Pris kr. 1:—.
1942. *Arne Lindroth.* Undersökningar över befruktnings- och utvecklingsförhållanden hos lax (*Salmo salar*). Nr 19. Pris kr. 0:75.
1942. *Lars Brundin.* Zur Limnologie jämtländischer Seen. Nr 20. Pris kr. 2:—.
1943. *Gunnar Svärdson.* Studien über den Zusammenhang zwischen Geschlechtsreife und Wachstum bei Lebistes. Nr 21. Pris kr. 1:—.
1943. *Gunnar Alm.* Befruktningsförsök med laxungar samt laxens biologi före utvandringen. (Fertilization-Experiments with Salmon-parr.) English summary. Nr 22. Pris kr. 1:50.
1945. *Gunnar Svärdson.* Chromosome Studies on Salmonidae. Nr 23. Pris kr. 3:—.
1946. *Arne Lindroth.* Zur Biologie der Befruchtung und Entwicklung beim Hecht. (Gäddans befruktnings- och utvecklingsbiologi samt gäddkläckning i glas.) Nr 24. Pris kr. 3:—.

\* Upplagan slut.

Pris kr. 3:—