

Zur Optimierung des Laboraufwandes bei Heringslarvensurveys im Greifswalder Bodden

Rainer Oeberst und Birgitt Klenz, Institut für Ostseefischerei, Rostock

Seit 1977 wird im Greifswalder Bodden und Strelasund jährlich ein Heringslarvensurvey zur Abschätzung der Jahrgangsstärke des Herings der westlichen Ostsee durchgeführt. Im Rahmen dieser Surveys wurden seit 1993 im Institut für Ostseefischerei Rostock verschiedene Untersuchungen zur Minimierung des sehr hohen Aufwandes an Laborarbeit realisiert. Die Verringerung des Laboraufwandes sollte aber nicht zu einer wesentlichen Verschlechterung der Aussagequalität der Jahresklassenschätzung führen. Als eine Möglichkeit wurde die bei der Schätzung von Eizahlen in Dorschgonaden genutzte Trocknungsmethode angesehen. Diese Methode wurde bei 88 Proben der Heringslarvensurveys angewendet. Die Ergebnisse zeigen, daß die bei Dorscheiern genutzte Trockengewichtsmethode bei Heringslarven nicht anwendbar ist, da die Schätzgenauigkeiten unzureichend sind.

Das seit 1977 durchgeführte Heringslarvenprogramm im Greifswalder Bodden und Strelasund liefert nicht nur einen Beitrag zur VPA-unabhängigen Bestimmung der Jahrgangsstärke des Herings der westlichen Ostsee, sondern dient auch als Monitoring des wichtigsten Laichareals dieses für die internationale Fischerei bedeuten den Bestandes (ICES-Gebiete IIIa und 22-24). Die durch das Institut für Ostseefischerei Rostock im Zeitraum Ende März bis Anfang Juli durchgeführten Larvenaufnahmen sind mit einem hohen Probennahmeaufwand (pro Saison bis zu 11 Fahrten mit jeweils 35 Standardstationen) sowie personal- und zeitintensiven Laborarbeiten verbunden. Auf jeder Station wird mit Hilfe eines Bongo-Netzes die Dichte der Heringslarven erfaßt. Dabei kann es in einzelnen Proben zu großen Larvenmengen kommen. Die Probennahme- und Auswertemethoden sowie die Qualität der Abschätzung der Jahrgangsstärke sind in Klenz (1993), Müller und Klenz (1994), Oeberst et al. (1996) beschrieben. Die Schätzung des Jahresklassenindex des Rügensch Frühjahrsherings (N 30 [Mio. Stk.]) wird für die Bestandsabschätzungen der ICES „Herring Assessment Working Group for Area South 62° N“ des Folgejahres bereitgestellt. Um eine Reduzierung des Laboraufwandes bei gleichbleibender Aussagequalität zu erreichen, wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt.

1983 wurde ein Verfahren zur sequentiellen Auswertung von Sammelproben für Heringslarven entwickelt (Oeberst und Brielmann 1983). Auf Grund technischer und methodischer Probleme wurde dieses Verfahren später nicht in der Routinearbeit genutzt.

Durch spezielle Analysen konnte nachgewiesen werden, daß die Auswertungen der Laboranalysen auf das Außenetz des Planktonfanggerätes konzentriert werden können, da die beiden Netze vergleichbare Ergebnisse liefern.

Seit 1994 wird der Aufwand an Laborarbeit dadurch reduziert, daß bei großen Proben (Stückzahl > 1000 Larven) die Längenverteilung der Larven nur noch von Teilproben bestimmt wird. Die in der Restprobe verbleibenden Larven (Restlarven) werden nur gezählt. Durch diese Methode wird nur noch von ca. 3×200 Larven die Totallänge gemessen.

In der folgenden Zeit wurde nach geeigneten Verfahren gesucht, die eine weitere Reduzierung des Laboraufwandes ermöglichen. So wurde 1997 der Beginn der Probennahme zeitlich um ca. 3 Wochen in Richtung Sommer verschoben, da die zu Beginn einer Saison geschlüpften Heringslarven einer hohen Sterblichkeit unterliegen und für die Berechnung des Jahresklassenindex nicht berücksichtigt werden.

Als eine weitere Möglichkeit der Reduzierung der Laborarbeit beim Auszählen der zum Teil großen Larven-

Optimization of laboratory work after surveys of herring larvae in the Greifswalder Bodden

Since 1977 larvae surveys have been carried out in the Greifswalder Bodden and the Strelasund every year to estimate an index of the year-class strength for the western Baltic herring stock. Different methods have been used to minimize the very extensive analytical work in the laboratory since 1993. As a further possibility the use of the mean dry weight of the larvae was investigated. This method was applied successfully to estimate the number of eggs in cod gonads. 88 samples of herring larvae were analysed. These experiments show that the use of the mean dry weight of herring larvae is not suited to reduce the work in the laboratory, because the accuracy of the estimates is unacceptable.

mengen in den Restproben (Restlarven) wurde die bei der Bestimmung von Eizahlen in Dorschgonaden genutzte Trocknungsmethode angesehen.

Dieser Artikel stellt die Ergebnisse aus Untersuchungen zur Nutzbarkeit der Trocknungsmethode für Heringslarven vor.

Ausgangssituation

Im Zusammenhang mit dem jährlich durchgeführten Heringslarvenprogramm im Greifswalder Bodden und Strelasund werden umfangreiche Laborauswertungen durchgeführt. Für die weitere Verdichtung der Primärdaten bis zur Schätzung des Jahresklassenindex N30 ist es notwendig, für jede Station die Anzahl der Larven und deren Längenverteilung zu bestimmen, wobei es trotz der Berücksichtigung von nur Außennetzproben des Planktonfanggerätes in den zu bearbeitenden Proben immer noch zu sehr großen Larvenmengen kommen kann (Tabelle 1).

Um die Laborarbeit zu minimieren, ohne die Genauigkeit der Folgeaussagen wesentlich zu verschlechtern, wurde auf der Basis von Voruntersuchungen folgende Bearbeitungsvorschrift für die Außenproben des Bongonetzes festgelegt:

Es werden 3 Unterproben mit je ca. 200 Larven entnommen, von denen die Totallänge (LT) auf den unteren Millimeter abgerundet gemessen wird. Dabei ist darauf zu achten, daß bei der Entnahme der Teilproben keine systematischen Fehler erzeugt werden (Bevorzugung eines Teilgebietes der Gesamtprobe, Bevorzugung von großen Larven). Die in der Restprobe verbliebenen Larven werden im Anschluß nur gezählt. Trotz der Reduzierung der notwendigen Längenmessungen auf die ca. 600 Larven in den 3 Unterproben ist der Umfang an Laboarbeiten immer noch sehr groß (Tabelle 1).

Ziel

Für die Bestimmung der Eizahlen in Dorschgonaden wurde im Institut für Ostseefischerei Rostock (IOR) eine spezielle Methode entwickelt. Es wird von 9 Teilproben mit je 50 Dorscheiern das Trockengewicht bestimmt. Die restlichen Eier (200 000 bis über 1 000 000) werden ebenfalls getrocknet. Mit Hilfe des auf diese Weise bestimmbareren mittleren Trockengewichtes eines Eis wird dann die Anzahl der Eier der Restgonade geschätzt (Bleil und Oeberst 1996).

Es wurde untersucht, ob diese Methode auch bei Heringslarven anwendbar ist. Auf Grund der höheren Variabilität der Trockengewichte der einzelnen Larven (Längenbereich: LT 5-30 mm) ist mit einem größeren Probenaufwand zu rechnen. Es war die Frage zu klären: Liefert die Trocknungsmethode bei Heringslarven eine Schätzung der Anzahl Larven in der Restprobe mit ausreichender Genauigkeit?

Durch die Bearbeitungsvorschrift lagen bereits drei Teilproben mit genau bestimmter Larvenzahl vor. Diese Proben wurden dann getrocknet, um das mittlere Trockengewicht einer Larve in den Teilproben zu bestimmen. Die Restprobe wurde ebenfalls getrocknet. Die Anzahl der Larven dieser Restprobe wird dann mit Hilfe des mittleren Trockengewichtes einer Larve aus den Teilproben bestimmt.

W(i) Trockengewicht der i-ten Teilprobe

N(i) Anzahl der Larven in der i-ten Teilprobe

W(r) Trockengewicht der Restprobe

N(r) Anzahl der Larven in der Restprobe

N'(r) geschätzte Anzahl der Larven in der Restprobe

Dann ergibt sich für N'(r):

$$N'(r) = W(r) / [W(1)+W(2)+W(3)] / (N(1)+N(2)+N(3))$$

Es war jetzt zu überprüfen, ob die genutzte Schätzmethode den Genauigkeitsanforderungen entspricht.

Tab. 1: Probennahme- und Laboraufwand während der Heringslarvensurveys im Greifswalder Bodden und Strelasund (Auswertung der Außennetzproben).

Number of cruises and number of analysed larvae of the herring larvae surveys in the Greifswalder Bodden and the Strelasund.

Jahr	Anzahl Fahrten	Gesamtanzahl Proben	Gesamtanzahl der gefangenen Heringslarven im Außennetz	Anzahl Heringslarven pro Außennetzprobe	
				Minimum	Maximum
1992	9	516	33 944	0	7 196
1993	8	546	81 433	0	3 826
1994	11	678	286 951	0	8 122
1995	11	734	235 600	0	11 092
1996	7	480	304 783	0	45 599
1997	11	770	157 978	0	4 275
1998	9	630	54 756 ¹⁾	1	2 862

¹⁾ Anzahl Larven in den bisher ausgewerteten Fahrten 1, 5-9

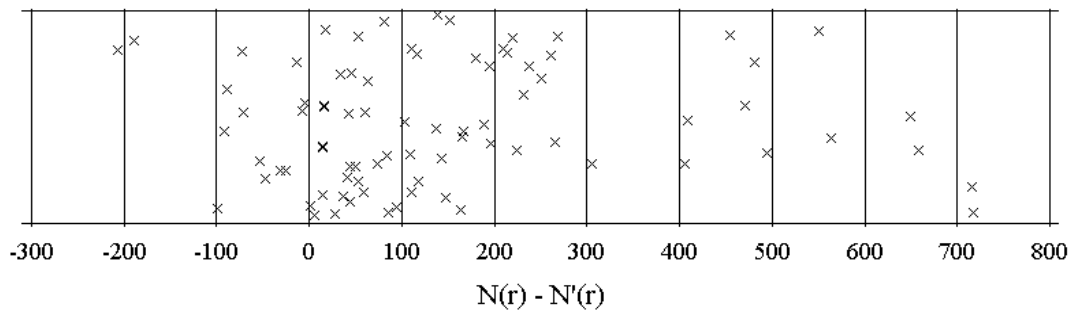


Abb. 1: Verteilung der Differenzen zwischen den gezählten (N(r)) und den geschätzten (N'(r)) Larven der Restproben. Distribution of the differences between the counted (N(r)) and the estimated (N'(r)) larvae of the residual samples.

1996 wurden erstmalig als Testserie 19 Proben der Heringslarvensaison des Jahres mit Hilfe der Trocknungsmethode ausgewertet. Neben den Teilproben wurde zum Vergleich auch die Restprobe ausgezählt. Dieser Wert wurde dann mit der nach der Trocknungsmethode geschätzten Larvenzahl verglichen. Da die Ergebnisse nicht befriedigend waren, wurden 1997 erneut 13 und dann später noch einmal 42 Versuche durchgeführt. Dabei lag die Anzahl der Restlarven zwischen 200 und 10 005. Bei der Datenanalyse traten teilweise sehr große Unterschiede zwischen der Anzahl der gezählten und der geschätzten Anzahl Larven auf. In den meisten Fällen wurde die Anzahl der Larven in der Restprobe unterschätzt, da das mittlere Trockengewicht einer Heringslarve aus der Restprobe wesentlich kleiner war als das mittlere Trockengewicht einer Larve in den Teilproben.

Um mögliche systematische Fehler bei der Entnahme der Teilproben zu umgehen, wurden 1998 noch einmal 14 Versuche durchgeführt. Diesmal wurden die Bereiche zur Entnahme der Teilproben mit kleinen Ringen markiert (10 mm und 18 mm Durchmesser der Ringe). Für die Teilproben von ca. 200 Larven wurden die Larven von 4-8 Ringpositionen genutzt. Durch diese Vorgehensweise sollte verhindert werden, daß bei der Entnahme der Teilproben große Larven bevorzugt werden und damit ein systematischer Fehler auftritt.

Um die Genauigkeit der Trocknungsmethode einschätzen zu können, wurde die Differenz $N(r) - N'(r)$ gebildet. Weiterhin wurde der relative Fehler $(N(r) - N'(r)) / N(r) \times 100$ berechnet. Da die Unterschiede zwischen der Anzahl der gezählten und der geschätzten Larven in der Restprobe sehr groß und in den meisten Fällen die Differenz $N(r) - N'(r) > 0$ war, wurde in einem weiteren Schritt untersucht, ob eine Verbesserung der Schätzgenauigkeit von $N'(r)$ über ein Regressionsmodell

$$N(r) = f(N'(r)) + e(r)$$

möglich ist.

Neben den Korrelationskoeffizienten wurde besonders der Standardfehler der Schätzung beachtet und überprüft, inwieweit das Regressionsmodell von einzelnen Datenpaaren abhängig ist.

Ergebnisse

Die Differenzen zwischen der Anzahl der gezählten (N(r)) und der geschätzten (N'(r)) Restlarven lagen im Bereich von -207 bis +716. Einige der 88 Datensätze wurden wegen extrem großer Abweichungen nicht in die Analysen einbezogen. Für die Darstellung in Abbildung 1 wurden 82 Datenpaare genutzt. Die relativen Fehler lagen im Bereich von -137 bis +68 %. Bei der Regressionsanalyse wurde das lineare Modell angewendet.

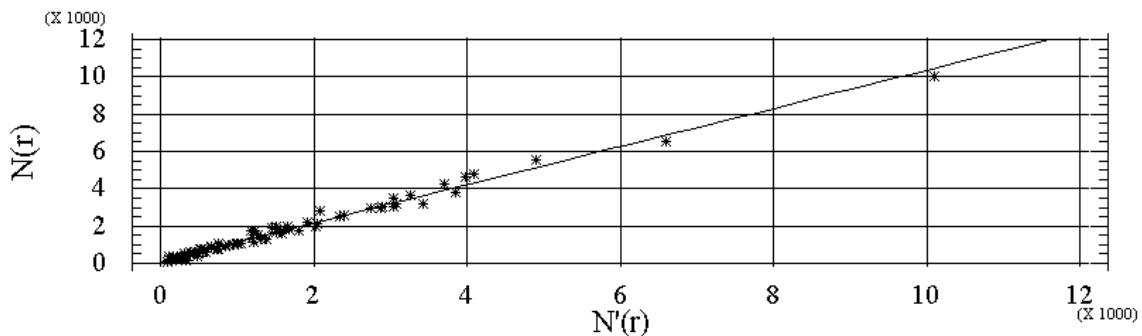


Abb. 2: XY-Plot und Regressionsgerade der Datenpaare der gezählten (N(r)) und der geschätzten (N'(r)) Restlarven. XY-plot and regression line of the counted (N(r)) and estimated residual (N'(r)) larvae.

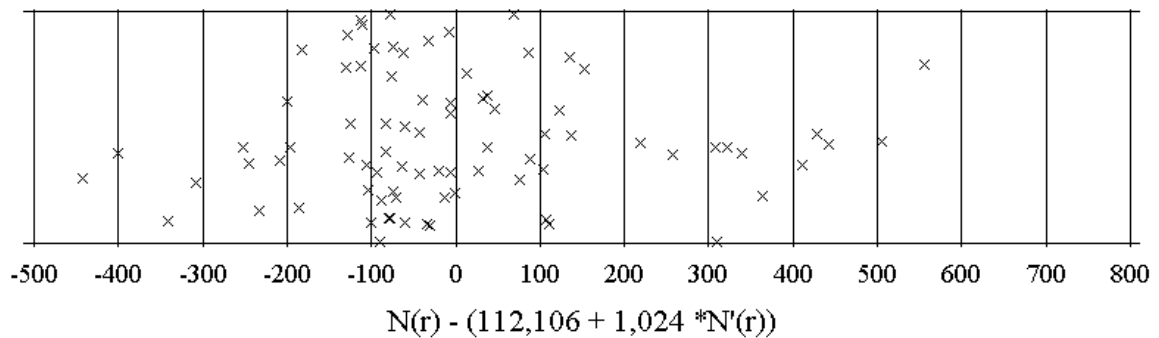


Abb. 3: Verteilung der Differenzen zwischen den gezählten Restlarven und der Schätzung aus dem Regressionsmodell.
Distribution of the differences between the counted residual larvae and the estimates of the regression model.

Es ergab sich die folgende Regressionsschätzung (Abb. 2):

Modell:	$N(r) = 112,1 + 1,02 \times N'(r)$
Anzahl der Werte:	$N = 82$
Korrelationskoeffizient:	$R = 0,99$
Standardfehler:	$Sr = 197$

Der Korrelationskoeffizient von 0,99 liegt sehr hoch und weist auf einen engen Zusammenhang zwischen $N'(r)$ und $N(r)$ hin. Der Standardfehler von 197 ist aber zu hoch, wenn man beachtet, daß die Anzahl der Restlarven hauptsächlich im Bereich von 400 bis 2000 Larven liegt. In Abbildung 3 sind die Abweichungen zwischen den gezählten Larven $N(r)$ und dem Regressionsschätzwert dargestellt.

Durch diese Ungenauigkeiten ergeben sich Schätzfehler für die Restlarven, die außerhalb der gewünschten Genauigkeit von ca. $\pm 10\%$ von $N(r)$ liegen. Nur durch diese Genauigkeitsforderung kann abgesichert werden, daß die Folgewerte zur Bestimmung des Larvenwachstums und der Larvensterblichkeit mit dem Ziel der Abschätzung des Jahresklassenindex innerhalb von realistischen Vertrauensbereichen liegen.

Eine Analyse der einflußreichsten Datenpaare (influential points) zeigte, daß die wenigen Proben mit den $N(r) > 5000$ die Regressionsparameter wesentlich beeinflussen. Von diesem Ergebnis ausgehend, wurden die Regressionsparameter für die Bedingungen $N(r) < 5000$ und $N(r) \geq 5000$ berechnet. Die beiden Modelle unterscheiden sich erheblich.

Rest < 5000 Larven

Modell:	$N(r) = 59,0 + 1,07 \times N'(r)$
Anzahl der Werte:	$N = 79$
Korrelationskoeffizient:	$R = 0,99$
Standardfehler:	$Sr = 177$

Rest ≥ 5000 Larven

Modell:	$N(r) = 896 + 0,89 \times N'(r)$
Anzahl der Werte:	$N = 5$
Korrelationskoeffizient:	$R = 0,99$
Standardfehler:	$Sr = 267$

Aus diesem Vergleich kann abgeleitet werden, daß für die unterschiedlichen Bereiche der Restlarven mit verschiedenen Modellen gearbeitet werden müßte.

Schlußfolgerungen

Die Schätzungen der Anzahl Heringslarven in der Restprobe auf der Basis von Trockengewichten führen nicht in allen Fällen zu akzeptablen Genauigkeiten von weniger als ± 200 Larven.

Die Korrektur der Schätzung von $N(r)$ durch $N'(r)$ mit Hilfe einer Regression führt nicht zu stabileren Genauigkeiten.

Die Ursachen für die großen Abweichungen zwischen $N(r)$ und $N'(r)$ sind unklar. Die Differenzen sind aber nicht auf subjektive Fehler zurückführbar.

Aus den oben genannten Gründen ist die Trockengewichtsmethode für die Auswertung der Heringslarvensurveys nicht geeignet.

Zitierte Literatur

- Bleil, M.; Oeberst, R.: The fecundity of cod in ICES Sub-divisions 22, 24 and 26 in the years 1992 to 1995 (preliminary results). ICES C.M. 1996 / J: 8, 1-22, 1996.
- Klenz, B.: Quantitative Larvenanalyse des Rügensch Frühjahrsherings in den Laichsaisons 1991 und 1992. Inf. Fischwirtsch. 40 (3): 118-124, 1993.
- Müller, H.; Klenz, B.: Quantitative analysis of Rügen spring spawning herring larvae surveys with regard to the recruitment of the Western Baltic and division IIIa stock. ICES C.M. 1994 / L: 20, 1-18, 1994.
- Oeberst, R.; Brielmann, N.: Sammelprobe, eine Möglichkeit die Laborarbeit bei Larvensurveys zu reduzieren. Fischerei-Forschung 21 (3): 68 - 72, 1983.
- Oeberst, R.; Müller, H.; Klenz, B.: Comparison of different independent estimates of herring year-class indices in ICES Sub-divisions 22 and 24. ICES C.M. 1996 / J: 13, 1-27, 1996.