

Historie und aktueller Stand des Internationalen Heringslarvensurveys in der Nordsee

Joachim Gröger, Institut für Ostseefischerei, Rostock
Dietrich Schnack, Institut für Meereskunde, Kiel

Einleitung

Einzelne Surveys zur Aufnahme der Menge und Verbreitung von Heringslarven (*Clupea harengus* L.) in der Nordsee wurden schon Ende der achtziger Jahre des vorherigen Jahrhunderts durchgeführt (Bowman 1922). Ein regelmäßiges Larvensurvey-Programm zur Erfassung der Bestandssituation und des Reproduktionserfolges von Heringen begann allerdings erst im Jahre 1946 und zwar zunächst auf die südliche Nordsee beschränkt (Bridger 1960, 1961). Im Jahre 1967 wurden diese Surveys erstmals auf die Heringslaichplätze der gesamten Nordsee ausgedehnt, international koordiniert und standardisiert. Die Koordination lag in den Händen einer Arbeitsgruppe des Internationalen Rates für Meeresforschung ICES (Saville 1968). Im Jahre 1972 wurde schließlich das Design dieses sogenannten „International Herring Larvae Survey“ (IHLS) ausführlicher definiert, das mit gewissen Modifikationen bis zum heutigen Tage gültig ist (Anon. 1985, 1990). Die Modifikationen betreffen im wesentlichen die Art der Eichung der filtrierten Wassermenge mit und ohne Einsatz von Strömungsmessern im Fanggerät, die Art der Interpolation von Fehlstationen, die Behandlung von mehrfach aufgenommenen Stationen, die nationale Kodierung der Standardgebiete sowie die Auswahl der zu beprobenden Standardstationen.

An diesem internationalen Larvensurvey waren bis Mitte der 80er Jahre relativ regelmäßig folgende Länder beteiligt: Dänemark, Bundesrepublik Deutschland, England, Irland, die Niederlande, Norwegen, Schottland und Schweden. In den Folgejahren ging die Beteiligung deutlich zurück und seit 1991 werden die Surveys nur noch von der Bundesrepublik Deutschland und den Niederlanden durchgeführt. Der Surveyaufwand ist damit in den letzten Jahren bis auf etwa $\frac{1}{5}$ der ursprünglichen Höhe zurückgegangen.

Zur Geographie und Stratifizierung des Surveys

Seit 1972 werden jährliche Aufnahmen in der Zeit von September bis einschließlich Januar des darauffolgenden Jahres nach einem vorgegebenen zeitlichen und

geographischen Muster mit genau festgelegten Stationen durchgeführt. Das zeitliche Muster wird anhand von halbmonatlichen Surveyperioden definiert, das geographische Muster anhand von Standardgebieten, die sich an der Lage und Ausdehnung der einzelnen Laichgebiete orientieren. Diese Gebiete umfaßten ursprünglich große Teile der westlichen Nordsee (Ostküste Englands), des Ärmelkanals, aber auch der Westküste Schottlands sowie der Nordwestküste Irlands. Im Laufe der Zeit konzentrierte sich das Surveyprogramm auf die Gebiete um die Orkney- und Shetland-Inseln, das Buchan-Gebiet, die zentrale und die südliche Nordsee.

Abbildung 1 zeigt die geographische Lage der einzelnen Standardgebiete samt ihrer Kodierungen in der aktuellen Variante der Surveydurchführung. Diese Standardgebiete sind im Sinne einer Stratifizierung in geographische Untereinheiten unterteilt, die 30×30 Seemei-

History and status quo of the International Herring Larvae Survey (IHLS) in the North Sea

Since years the International Herring Larvae Survey Program (IHLS) is an important and internationally established survey program in the North Sea. The IHLS serves the calibration of stock abundance estimates based on information from the commercial fishery and the method of Integrated Catch Analysis (ICA) which is a specific derivative of the Virtual Population Analysis (VPA). Meanwhile the IHLS database has been transferred from Aberdeen to Kiel and it has been agreed that the Institut für Meereskunde Kiel should continue to maintain this database and provide the abundance indices to be utilized by the ICES Herring Assessment Working Group as one of the means for assessing the state of the herring stock in the North Sea. For establishing the calculation procedure at Kiel, it was necessary to optimize both, the survey design and the index calculation. This article gives an overview over the survey's history, its geography, the sampling design, the information content of the IHLS data base and the various methods of calculating the different indices necessary for the calibration.

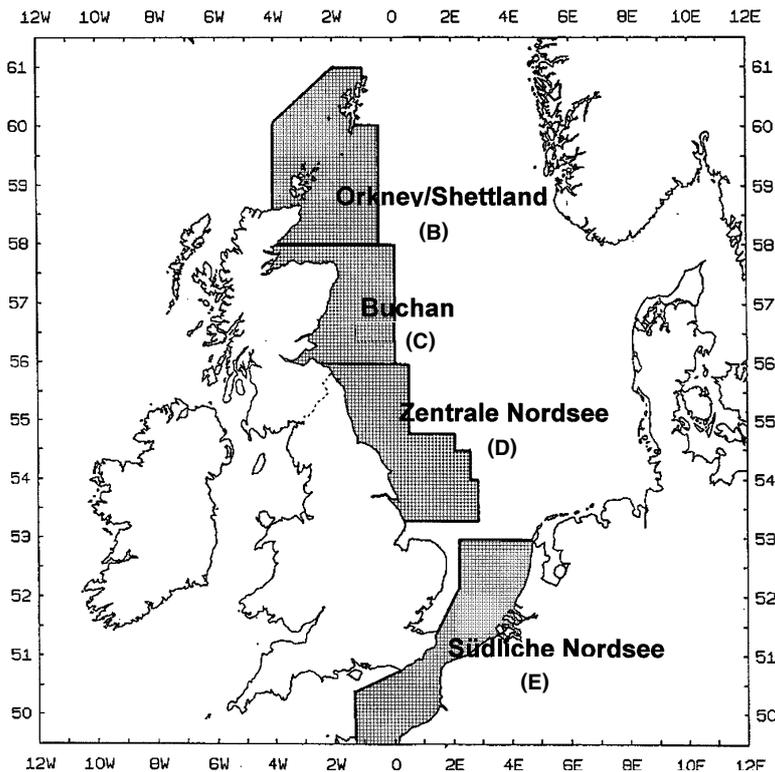


Abbildung 1: Überblick über die geographische Lage der vier beprobten Standardgebiete des IHLS Programms: Orkney/Shetland (B), Buchan (C), Zentrale Nordsee (D) und südliche Nordsee (E). Die Buchstaben in Klammern dienen als Kurzbezeichnung der Gebiete und werden in Tabelle 1 zur Definition der Beprobungseinheiten verwendet.

Geographical overview over the four sampled standard areas: Orkney/Shetland (B), Buchan (C), central North Sea (D) and southern North Sea (E). The letters in brackets serve as area codes and are utilized for the definition of sampling units in table 1.

Tabelle 1: Definition und Kodierung der Beprobungseinheiten „BPE“. (Geographische Gebietsdefinition siehe Abbildung 1).
Definition and coding of the sampling units „BPE“ (for the geographical area definition see Figure 1).

Standardgebiet	Beprobungsperiode	BPE-Kodierung
Orkney/Shetland (Or/Sh)	30. Aug. – 15. Sept.	B1
	16. – 30. Sept.	B2
Buchan	1. – 15. Sept.	C1
	16. – 30. Sept.	C2
Zentrale Nordsee (CNS)	1. – 15. Sept.	D1
	16. – 30. Sept.	D2
	1. – 15. Okt.	D3
	16. – 31. Okt.	D4
Südliche Nordsee (SNS)	15. – 31. Dez.	E6
	1. – 15. Jan.	E7
	16. – 31. Jan.	E8

len (sm) große, rechteckige Gebiete darstellen. Diese 30×30-sm-Rechtecke sind ihrerseits in neun 10×10 sm große Rechtecke unterteilt, die jeweils eine der Standardstation enthalten und die kleinsten geographischen Surveyeinheiten des IHLS darstellen. Generell soll in diesen Einheiten mindestens ein Fang durchgeführt werden; Wiederholungen sind dabei in bestimmten Situationen zulässig oder auch erwünscht (z.B. bei zu geringen oder auch extrem hohen Fangmengen). Innerhalb von 3 Tagen wiederholte Fänge werden dann zusammengefaßt ausgewertet. Tabelle 1 führt die Standardgebiete und Surveyperioden auf, die in der gegebenen Kombination als grundlegende „Beprobungseinheiten“ (BPE) betrachtet werden und als Basis aller späteren Berechnungen dienen.

Zur Technik der Beprobung

Zur Beprobung wird ein geschlepptes Planktonfanggerät eingesetzt, das seitlich oder hinter dem Forschungsschiff durchs Wasser gezogen wird. Das Fanggerät sieht einem Torpedo ähnlich und wird in der deutschen Literatur als „Hai“, im Englischen als „Gulf III“ bezeichnet. Abbildung 2 zeigt die Ansicht eines solchen Fanggerätes, das in verschiedenen Modellvarianten im Einsatz ist. Im Inneren

des Schleppkörpers ist ein feinmaschiges Netz aufgespannt, mit dem die Fischlarven und andere Planktonorganismen aus dem durchströmenden Wasser herausfiltriert werden. Der Gesamtfang wird konserviert und anschließend müssen die Heringslarven als solche identifiziert, von den übrigen Fischlarven und Planktonorganismen getrennt, vermessen und gezählt werden.

Alle Heringslarven unter 24 mm Länge werden auf 1 mm genau vermessen und zunächst auch nach 1 mm Längenklassen getrennt gezählt. Größere Larven, die nur in geringer Anzahl in den Fängen vertreten sind, werden einer Sammelklasse über 24 mm zugeordnet. Für die spätere Berechnung einer zusammengefaßten Maßzahl für die Larvenmenge im Gebiet (Larvenindex, siehe später im Text) werden jedoch nicht alle Längenklassen berücksichtigt, sondern nur eine begrenzte Auswahl. So werden z.B. für einen Index, der mit „LPE“ bezeichnet wird (siehe unten) alle Larven unter 17 mm Länge verwendet, während der „LAI“ (siehe unten) nur sehr junge

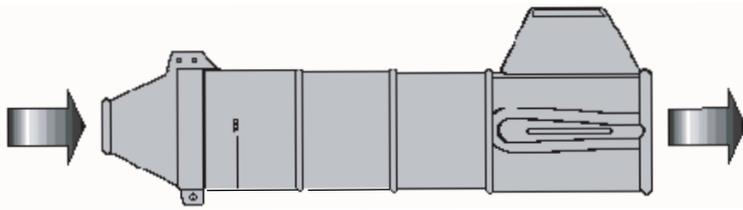


Abbildung 2: Ansicht des Standardmodells für das Planktonfängergerät „Hai“. Im Inneren der Röhre ist ein feinmaschiges Netz aufgespannt, mit dem Fischlarven und andere Planktonorganismen aus dem durchströmenden Wasser herausgefiltert werden. Die Einstromöffnung befindet sich in der Zeichnung links. Die Strömungsrichtung des Wassers wird durch zwei Pfeile markiert. Innerhalb und/oder außen am Gerät befindet sich ein Strömungsmesser, mit dem die Schleppstrecke durchs Wasser erfaßt wird. (Verändert nach IHLS-Handbuch: Anon. 1985a).

View of the standard model of the plankton sampler "Gulf III" as used in the IHLS program. Inside the tube, a fine mesh net is mounted, filtering fish larvae and other plankton organisms from inflowing water. The inflow opening is on the left side. The direction of the water flow is indicated by two arrows. A flowmeter inside and/or outside the sampler measures the towing path through the water. (Modified from the IHLS manual: Anon. 1985a).

Larvenstadien von unter 10 mm Länge berücksichtigt. Die Auswahl des Längenspektrums hängt mit der Entstehungsgeschichte sowie der zugrundeliegenden Theorie für den jeweiligen Larvenindex zusammen.

Normierung der Larvenhäufigkeiten

Die Anzahl gefangener Larven je Längensklasse wird nach der beim Fang filtrierten Wassermenge auf Anzahl Larven pro m³ umgerechnet und unter Berücksichtigung der Wassertiefe dann auf Anzahl pro m² Seegebiet normiert. Seit 1981 ist das Fanggerät mit einem Strömungsmesser ausgestattet, mit dessen Hilfe die Schleppstrecke durchs Wasser genauer erfaßt werden kann. Das filtrierte Volumen ergibt sich aus der effektiven Einstromfläche des Fanggerätes multipliziert mit der Schleppstrecke. Die methodischen Details sind in einem technischen Manual zum IHLS (Anon. 1985, 1990) zusammengestellt.

Berechnung von Larvenindizes

Aus den normierten Larvenhäufigkeiten werden Maßzahlen (Indizes) für die Gesamtmenge an Larven in den einzelnen Laichgebieten (Standardgebieten) und in allen Gebieten zusammen ermittelt. Die Larvenindizes werden zur Kalibrierung bzw. Adjustierung der aktuellen Laicherbestandsbiomasse herangezogen. Generell wird die Biomasse des Bestandes vom ICES mit Hilfe verschiedener Rechenverfahren ermittelt, die sich aus der sogenannten „Virtuellen Populationsanalyse“ (VPA) ableiten. In erster Linie basieren diese Verfahren auf Informationen aus der kommerziellen Fischerei; sie erfordern jedoch eine Kalibrierung („Tuning“) durch eine fische-reiunabhängige Einschätzungen der jeweils aktuellen Bestandsgröße, die aus verschiedenen Forschungssurveys

ermittelt werden können. Im allgemeinen handelt es sich dabei um Angaben aus systematischen Fischereisurveys (hier dem „International Bottom Trawl Survey“ IBTS), hydroakustischen Aufnahmen und Larvensurveys. Da alle Bestandsschätzungen abhängig von den eingesetzten Methoden mit unterschiedlichen Fehlern behaftet sind, dient der parallele Einsatz mehrerer Methoden mit jeweils ganz unabhängigen Fehlerquellen der gegenseitigen Kontrolle und Absicherung der Ergebnisse. Im Rahmen der Larvensurveys sind drei verschiedene Larvenindizes entwickelt worden:

- Larvenhäufigkeitsindex (LAI)
- Larvenproduktionsindex (LPE)
- multiplikativer Larvenhäufigkeitsindex (MLAI).

Bis zum Jahre 1986 ist zunächst ausschließlich der LAI, seit 1986 zusätzlich der LPE berechnet worden. Der Vorteil des LAI liegt in einer relativ einfachen Berechnungsweise. Die **LAI-Berechnung** berücksichtigt dabei nur die Anzahl Larven kleiner als 10 mm. Da diese jungen Larven z.T. noch in sehr kleinräumigen Konzentrationen auftreten, setzt die LAI-Berechnung eine relativ vollständige Abdeckung der Standardgebiete mit einer sehr guten zeitlichen Koordination und einem relativ hohen Surveyaufwand voraus.

Der **LPE-Index** beruht auf methodischen Ansätzen von Christensen (1985, 1989), Lassen et al. (1985) und Lough et al. (1985). Er berücksichtigt ein größeres Längenspektrum an Larven, nutzt daher mehr des verfügbaren Materials und wird weniger durch kleinräumige und zeitliche Variationen beeinflusst. Im Rahmen der LPE-Schätzung wird für jede mm-Längensklasse der Larven eine tägliche Produktionsrate (genauer: Larven-Schlupfrate) berechnet. Dies geschieht über Annahmen zum Wachstum der Larven und Berechnung eines Sterblichkeitsmaßes aus der Abnahme der Anzahl Larven in aufeinanderfolgenden Längensklassen. Die grundlegenden Annahmen des LPE-Modells lassen sich nur schwer überprüfen und die Voraussetzungen zur Berechnung der Sterblichkeit sind häufig nicht gegeben. Dadurch erscheint der Einsatz der LPE-Werte grundsätzlich problematischer als die Verwendung der LAI-Werte.

Wegen der erheblichen Reduktion des Surveyaufwandes und damit verbundenen Einschränkungen in der zeitlichen und räumlichen Abdeckung des Gebietes, konnten beide Verfahren in der ursprünglichen Form schließlich nicht mehr zu Ergebnissen führen, die mit denen der früheren Jahre vergleichbar wären. Seit 1993 wird

nun mit gutem Erfolg ein sogenanntes **multiplikatives Modell** nach einem von Patterson und Beveridge (1994) vorgeschlagenen methodischen Ansatz eingesetzt. Dieses Modell schätzt aus dem insgesamt verfügbaren Datensatz auf der Grundlage einer multiplen Varianzanalyse den Einfluß der verschiedenen Beprobungseinheiten (BPE, siehe oben) und der einzelnen Jahre auf die erfaßten Larvenmengen. Die Jahreseffekte, die als **MLAI** (Multiplicative Larval Abundance Index) bezeichnet werden, liefern nunmehr ein Maß für die jährliche Variation in den Larvenmengen, das auch dann zu vergleichbaren Werten führt, wenn nur ein Teil der Beprobungseinheiten erfaßt wird. Die einzelnen Schritte zur MLAI-Schätzung sind in Abbildung 3 zusammenfassend aufgeführt.

Die Datenarchivierung, die Datenaufbereitung und die statistische Analyse ist bislang im „Marine Laboratory“ in Aberdeen, Schottland, durchgeführt worden. Die Ergebnisse der statistischen Analysen wurden in ICES-Arbeitsgruppenberichten festgehalten (siehe z.B. ICES 1985, 1986, 1987; Heath 1992; Hopkins 1990, 1991; Patterson und Beveridge 1994, 1995; Patterson et al. 1997). Da

- | |
|---|
| <p>a. Ermittlung der Anzahl Larven unter 10 mm Länge, die je Fangstation und Jahr in der Surveydatenbank gespeichert sind.</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p>b. Für jedes 10×10-sm-Rechteck und Jahr Normierung der Anzahl gefangener Larven auf einen Quadratmeter befischter Fläche (n/m^2).</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p>c. Bei Wiederholungsfängen innerhalb eines 10×10-sm-Rechtecks Zusammenfassung der Larvenanzahlen pro m^2 in Zeitblöcken von 3 Tagen.</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p>d. Eliminierung von Stationen ohne Fangdaten.</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p>e. Für jedes 30×30-sm-Rechteck und Jahr Mittelung der Larvenanzahlen pro m^2 aus den 9 zugehörigen 10×10-sm-Rechtecken und Hochrechnung der Anzahl auf die Fläche des 30×30-sm-Rechtecks.</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p>f. Für jedes Jahr und jede Beprobungseinheit (BPE siehe Tabelle 1) Aufsummierung der Larvenanzahlen pro 30×30-sm-Rechteck (Summe = LAI).</p> <p style="text-align: center;">▼</p> <p>g. Eingabe der LAI-Werte in das multiplikative Modell (Patterson et al. 1993) und Berechnung von Jahres- und BPE-Effekten (Jahreseffekte = MLAI).</p> |
|---|

Abbildung 3: Derzeit verwendete Standardprozedur zur MLAI-Schätzung im Rahmen der ICES Bestandsberechnungen für den Nordseehering.

Present standard procedure of MLAI estimation used in the ICES North Sea herring stock assessment.

Schottland inzwischen nicht mehr an dem Survey beteiligt ist, wurde diese Aufgabe im Jahre 1997 vom Institut für Meereskunde in Kiel übernommen. Im Rahmen einer intensiven Zusammenarbeit des Instituts für Ostseefischerei in Rostock mit dem Institut für Meereskunde in Kiel ist es gelungen, die Surveystrategie im Laufe der letzten Jahre unter den Bedingungen des reduzierten Surveyaufwandes so zu optimieren, daß die hohe Qualität der Indexschätzungen aufrecht erhalten blieb. Gemäß der internationalen Arbeitsgruppe für die Surveyplanung, die im Februar 1999 in Hirtshals, Dänemark, tagte, ist aufgrund der Erfolge im Rahmen dieser Optimierung vorgeschlagen worden, die Möglichkeiten für ein vergleichbares Konzept eines Heringslarvensurveys für den Ostseebereich zu erkunden. Die Details der Optimierungsstrategie lassen sich in Rohlf et al. (1998) nachlesen.

Zitierte Literatur

- Anon.: Manual for the International Herring Larvae Surveys South of 62° North. ICES, mimeo. 1985.
- Anon.: Manual for the International Herring Larval Surveys South of 62° N. ICES, mimeo. 1990
- ICES: Report of the Working Group on Herring Larval Surveys South of 62°N, ICES CM/H: 3. 1985
- ICES: Report of the Working Group on Herring Larval Surveys South of 62°N, ICES CM/H: 3. 1986
- ICES: Report of the Working Group on Herring Larval Surveys South of 62°N, ICES CM/H: 7. 1987
- Bowman, A.: The occurrence of "spawny" haddock and the locus and extent of herring spawning grounds. *Sci. Inv. Fish. Board Scotl.* 4:1–15. 1922
- Bridger, J.P.: On the relationship between stock, larvae and recruits in the "Downs" herring. *ICES CM 1960/H: 159.* 1960
- Bridger, J.P.: On the fecundity and larval abundance of Downs herring. *Fish. Inv. Minis. Agri. Fish. Food., London, Ser. 2,* 23: 1–30. 1961
- Christensen, V.: Estimation of herring larval production. *ICES CM1985/H: 60.* 1985
- Christensen, V.: Programmes for the International Herring Larvae Survey Working Group - Larvae Production Estimates (LPE). ICES, mimeo. 1989
- Heath: An evaluation and review of the ICES Herring Larval Surveys in the North Sea and adjacent waters. *Bulletin of Marine Science,* 53(2): 795–817. 1992
- Hopkins, P.J.: Report on the ICES herring larvae surveys in the North Sea and adjacent waters. *ICES CM 1990/H: 40.* 14 pp. 1990
- Hopkins, P.J.: Report of the herring larvae surveys in the North Sea and adjacent waters in 1990/91. *ICES CM 1991/H: 44.* 16 pp. 1991

Lassen, H.; Pedersen, S.A.: Growth, mortality and larvae production in the Shetland area estimated from the International Herring Larval Surveys in 1972 – 1983. ICES CM 1985/H: 48. 1985

Lough, R.G.; Bolz, G.R.; Pennington, M., Grosslein, M.D.: Larval abundance and mortality of Atlantic herring (*Clupea harengus* L.) In the Georges Bank and Nantucket Shoals areas, 1971–78 seasons, in relation to spawning-stock sizes. J. NW Atl. Fish. Sc. 6: 21–35. 1985

Patterson, K.R.; Beveridge, D.S.: Report of the Herring larvae surveys in the North Sea and adjacent waters in 1993/1994. ICES CM 1994/H: 21. 1994

Patterson, K.R.; Beveridge, D.S.: Report of the Herring larvae surveys in the North Sea and adjacent waters in 1994/1995. ICES CM 1994/H: 21. 1995

Patterson, K.R.; Schnack, D.; Robb, A.P.: Report of the herring larvae surveys in the North Sea in 1996/1997. ICES CM 1997/Y:14. 1997

Rohlf, N.; Gröger, J.; Schnack, D.: Effects of calculation procedure and reduced sampling effort on abundance indices of herring larvae as measure of spawning stock size. ICES CM 1998/BB:04. 40 pp. 1998

Saville, A.: Report on the International Herring Larval Surveys in the North Sea and adjacent waters, 1967/68. ICES CM 1968/H: 20. 1968

ASFA — Literatur aus der Datenbank

Die Datenbank „**Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)**“ ist die führende Informationsquelle für die Fischereiforschung (incl. aquatische Wissenschaften und ihrer Anwendungsgebiete). Sie wird von einer Arbeitsgemeinschaft von Forschungsinstitutionen und Fachabteilungen internationaler Organisationen hergestellt. Quellen sind Zeitschriften, Bücher, Reports, Jahresberichte, Konferenzberichte, Dissertationen etc.

Bei DIMDI (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, Postfach 420580, D-50899 Köln) (www.dimdi.de) sind zur Zeit 709 961 Dokumente aus den Jahren 1975 bis heute recherchierbar. Für den Zugang ist ein Passwort nötig.

**Wir machen auch die Recherchen für Sie. Rufen Sie uns an.
BFA Fischerei, Information/Dokumentation 040-38905-197 (Dr. U. Brüll)**

Einsatzpläne der Forschungsschiffe für 2000



Die aktuellen Einsatzpläne der Forschungsschiffe

FFS *Walther Herwig III*

FFK *Solea*

FFK *Clupea*

finden Sie unter unserer Homepage im Internet:

www.bfa-fisch.de

Die Pläne werden laufend auf den neuesten Stand gebracht. Fragen zu den einzelnen Fahrten sollten direkt an den jeweiligen Fahrtleiter gerichtet werden.