

# Untersuchungen zur chemischen Zusammensetzung und Nematodenbelastung von Stinten (*Osmerus eperlanus* L.)

## Composition and nematodes in smelt (*Osmerus eperlanus* L.)

Horst Karl

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Forschungsbereich Fischqualität, Palmaille 9, 22767 Hamburg, Germany

horst.karl@bfel.de

### Kurzfassung

Der Stint (*Osmerus eperlanus* L.) hat in Norddeutschland eine lange Tradition als regionale Spezialität und wird jedes Jahr im Frühjahr in vielen Gaststätten entlang der Elbe als Speisefisch, z. B. als „Stint satt“, angeboten. Obwohl der Stint bereits seit Anfang des 19. Jahrhunderts in der Elbe gefangen wird, ist nur wenig über die Zusammensetzung des Speisefisches bekannt. Neben der Direktvermarktung durch lokale Fischer wird er heute auch vielfach als unausgenommener Frischfisch in Eis über den Großhandel vertrieben. Die Frische dieser Ware wurde bisher nicht gezielt ermittelt. Nach früheren Untersuchungen enthalten Elbstinte ab einer bestimmten Größe Nematodenlarven der Gattung *Pseudoterranova decipiens*. Aktuelle Daten zur Belastungssituation der kommerziell angebotenen Ware gibt es jedoch nicht.

### Abstract

Smelt (*Osmerus eperlanus* L.) from the river Elbe has a long tradition as local food speciality. It is offered baked or fried every year during spring in many restaurants along the river. Information about the composition of the edible part and its changes during fishing season are scarce. In earlier days the fish was mostly sold by local fisherman directly after catch. Today the fish is also offered as ungutted fresh fish in ice on the whole sale market. The freshness of this fish has not been studied. Smelt from the river Elbe is known to contain nematode larvae (*Pseudoterranova decipiens*) in the muscle meat. Actual quantitative data on the abundance and prevalence in the commercially offered ice stored fish are missing.

## Einleitung

Der Stint (Abb. 1) lebt in großen Wanderschwärmen nahe der Küste in der Nord- und Ostsee. Als Folge der Eiszeit ist er aber auch in vielen norddeutschen Binnenseen beheimatet (Gerlach 1950). Der „Binnenstint“ ist im allgemeinen nur halb so groß wie der im Meer lebende Stint und hat bei weitem nicht dessen wirtschaftliche Bedeutung. Insbesondere an der Elbe hat der „Meeresstint“ als saisonale Spezialität eine lange Tradition. Er sammelt sich im Winter an den Flussmündungen und steigt im März zum Ablaichen die Flüsse hinauf. Während dieser Zeit wird er kommerziell gefischt (Lillelund 1961; Möller 1984). Der schlanke, silbrige Fisch erreicht eine Länge von max. 30 cm. Charakteristisch ist sein gurkenartiger Geruch. Frisch gefangen wird er ausgenommen und ohne Kopf im Fett gebacken oder gebraten in vielen Restaurants serviert. Auf dem Hamburger Fischmarkt, d. h. im Großhandel, ist der Stint von November bis April als frisch gefangener ganzer Fisch in Eis gelagert erhältlich.

Über mögliche Veränderungen der Zusammensetzung des essbaren Anteils innerhalb des Angebotszeitraums als Folge der zunehmenden Laichreife ist wenig bekannt. Stinte aus der Elbe können mit Nematodenlarven, vor allem der Gattung *Pseudoterranova decipiens*, auch bekannt als „Kabeljauwurm“, befallen sein. (Möller und Klatt 1990). Die Nematoden sind überwiegend im Rücken- und Schwanzmuskel zu finden. Sie sitzen oft dicht unter der Haut, so dass sie schon bei äußerer Betrachtung sichtbar sein können. Der Befall ist seit langem bekannt und Kahl (1936) berichtete, dass der ekelerregende Eindruck schon früher Haushfrauen davon abgehalten hat, den Stint im Haushalt zu verwerten. Eine gesundheitliche Gefährdung besteht allerdings nicht, da eventuell im Muskelfleisch vorhandene Larven durch die üblichen Zubereitungsformen wie Braten und Backen abgetötet werden. Die früheren Untersuchungen zum Nematodenbefall des essbaren Anteils (Möller und Klatt 1990) wurden mit der Durchleuchtungsmethode durchgeführt, die bei anderen Fischarten keine quantitativen Ergebnisse er-



Abbildung 1: Stint (*Osmerus eperlanus* L.).

Figure 1: Smelt (*Osmerus eperlanus* L.).

brachte (Karl 1988; Levsen et al. 2005). Vergleichende Untersuchungen mit quantitativen Verfahren wie der Digestionsmethode (Lunestad, 2003) oder dem UV-Pressverfahren (Karl und Leinemann 1993) wurden bisher nicht durchgeführt. Da sich die von Möller und Klatt (1990) ermittelten Nematodenbelastungen ausschließlich auf den Elbstint beziehen, der Großhandel aber seine Ware aus kommerziellen Fängen entlang der gesamten norddeutschen Flussmündungen erhält, können die Ergebnisse nicht direkt auf die aktuelle Marktware übertragen werden.

Beim Kauf von Stinten wurde von uns mehrfach beobachtet, dass vereinzelt auch äußerlich Nematodenlarven anhaften, die durch Abwaschen entfernt werden können. Kahl (1936) beschreibt das gleiche Phänomen und kommt zu dem Schluss, dass die Nematodenlarven zum Teil nach dem Absterben der Fische auswandern. Nach der EU-Verordnung Nr. 853/20 (Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union 2004) mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs müssen Lebensmittelunternehmer sicherstellen, dass die Fischerzeugnisse einer Sichtkontrolle auf Parasiten unterzogen werden und eindeutig befallene Erzeugnisse nicht in den Verkehr gebracht werden dürfen.

Sollte es tatsächlich zu einer Auswanderung bei langerer Lagerung von Stinten kommen, so könnte dieses auch noch nach dem Verkauf an den Konsumenten erfolgen und zu Verbraucherbeschwerden führen, obwohl der Unternehmer seiner Sorgfaltspflicht nachgekommen ist.

Ziel der Untersuchungen war es, Veränderungen der Zusammensetzung und des Frischezustands von Stinten aus dem Großhandel über den Angebotszeitraum von November bis April zu verfolgen, die Nematodenbelastung des essbaren Anteils zu ermitteln und Untersuchungen zur Auswanderung von Nematodenlarven durchzuführen.

## Material und Methoden

Zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung wurden zwischen November 2004 und März 2005 monatlich jeweils 2 Poolproben zu je 10 Fischen vom Hamburger Fischmarkt gezogen. Die Fische wurden direkt den Eislagertüten entnommen, in denen sie zum Kauf angeboten wurden. Die Fische wurden vermessen, die Eingeweide und der Kopf entfernt. Die ausgenommenen Stinte ohne Kopf (aoK) wurden sofort homogenisiert, Perchlorsäureextrakte hergestellt und die Homogenisate bis zur Analyse tiefgefroren.

Zur Bestimmung der Nematodenbelastung wurden im Januar 2005 sowie im März 2006 insgesamt 200 Fische untersucht. Die Fische wurden ebenfalls auf dem Hamburger Fischmarkt gekauft. Die Bestimmung der Nematodenbelastung des essbaren Anteils erfolgte mit der UV-Press-Methode (Karl und Leinemann 1993) an der ausgenommenen Ware ohne Kopf.

Mit den Fischen vom März 2006 wurden zusätzlich Untersuchungen zur möglichen Auswanderung von Nematodenlarven durchgeführt. Ein erster Versuch zum Auswanderungsverhalten fand bereits im März 2005 statt.

Hierzu wurden jeweils 100 eingeschlagene Fische sofort nach dem Kauf sorgfältig auf anhaftende Nematoden untersucht und eventuell vorhandene Larven entfernt. Anschließend wurden die Fische in einen Siebkorb mit Auffangwanne in neues Eis gelegt und 5 Tage in einem 0-°C-Raum gelagert.

Danach wurden alle Fische wiederum sorgfältig auf anhaftende Nematodenlarven untersucht und die eventuell vorhandenen Larven gezählt. Die Fische wurden bis zur weiteren Untersuchung eingefroren. Das Eis wurde auftaut und mit dem bereits vorhandenen Schmelzwasser durch ein Sieb gegeben. Eventuell vorhandene Nematodenlarven wurden ebenfalls gezählt.

Tabelle 1: Biologische und verarbeitungstechnische Kenngrößen (Mittelwerte).

Table 1: Biological and technical data of samples.

Kauf-datum	Nr.	Länge [cm]	Gewicht [g]	Schlacht-Gewicht [g]	Schlacht-verlust [%]	Reife-stadium	Zustand
09.11.2004	1.1	17,8	37,7	33,8	10,2	entwickelt	Rigor (teilw.)
	1.2	17,7	38,1	33,4	12,1	entwickelt	Rigor (teilw.)
13.12.2004	2.1	17,7	37,1	33,2	10,4	fast laichreif	Rigor (teilw.)
	2.2	17,7	38,4	32,5	13,6	laichreif	Rigor (teilw.)
12.01.2005	3.1	18,6	41,9	34,2	18,6	laichend	Rigor
	3.2	18,5	42,6	32,7	22,2	laichend	Rigor
15.02.2005	4.1	18,6	48,3	38,4	20,1	laichend	Rigor (teilw.)
	4.2	18,9	53,4	43,9	17,5	laichend	Rigor (teilw.)
17.03.2005	5.1	15,7	25,5	22,9	10,5	laichend u. abgelaicht	frisch
	5.2	16,6	30,6	28,7	6,0	laichend u. abgelaicht	frisch

Zur weiteren Untersuchung wurden die Stinte aufgetaut, Länge und Gewicht bestimmt und der Kopf entfernt. 2005 wurden die nicht ausgenommenen Fische ohne Kopf einschließlich der Eingeweide auf Nematoden untersucht. In der zweiten Serie 2006 wurden die Eingeweide entfernt und separat von den ausgenommenen Stinten untersucht.

### Chemische Grundzusammensetzung

Bestimmt wurden die Fett-, Wasser-, Rohprotein- und Mineralstoffgehalte von ausgenommenen Stinten ohne Kopf. Die Fettbestimmung erfolgte nach einer modifizierten Methode von Smedes (1999), der Proteingehalt wurde nach Kjeldahl-Aufschluss bestimmt (Oehlenschläger 1997) und der Wassergehalt durch Trocknen der homogenisierten Proben bei 105 °C. Der Mineralstoffgehalt wurde nach Veraschung der Proben bei 550 °C gravimetrisch bestimmt.

### Bestimmung von flüchtigen Aminen

Der TVB-N-Wert wurde nach der § 35 Methode 10.00 3 (LMBG 1988) bestimmt. TMA-N- und DMA-N-Gehalte wurden aus dem Perchlorsäureextrakt gaschromatografisch nach einer modifizierten Methode von Oetjen und Karl (1990) bestimmt. Zur Herstellung der Perchlorsäureextrakte wurden 20 g Fischmus mit 180 ml 6 %iger (w/v) Perchlorsäure 30 Sekunden lang mit einem Ultra-Turrax-Mixer homogenisiert, das Gemisch filtriert und der klare Perchlorsäureextrakt bis zur Untersuchung bei –28 °C eingefroren.

### Ergebnisse

#### Zusammensetzung und Frischezustand

Stinte aus den norddeutschen Ästuarbereichen werden überwiegend unsortiert im Großhandel angeboten. Die Ware liegt oft nur mit wenig Eis bedeckt in offenen Styroporbehältern zum Verkauf bereit. Um größenabhängige Unterschiede zu vermeiden, wurde über den gesamten Untersuchungszeitraum versucht, etwa

die gleiche Größenverteilung für die Bestimmungen zu erhalten. Größe und Gewicht der Proben für die chemische Zusammensetzung variierten zwischen 13 und 22 cm bzw. 13 und 90 g (Tabelle 1).

Mit zunehmendem Reifestadium werden die Gonaden immer ausgeprägter, was sich auch in den Schlachterlusten widerspiegelt. Die Proben aus dem November und Dezember bestanden überwiegend aus Vorlaichern, die im Januar und Februar untersuchten Fische waren im Laichstadium, während die Stinte im März zum Teil abgelaicht waren.

Die Frische war ausgezeichnet, die meisten Fische waren zum Zeitpunkt der Probenziehung noch in der Totenstarre. Dies bestätigt auch der niedrige mittlere TVB-N-Wert (flüchtiger basischer Stickstoff) von 10,2 mg N/100g und die geringen TMA-N-Werte (Trimethylamin-Stickstoff). Beide Substanzen werden als chemischer Indikator für den Verderb herangezogen. Nur die Ware im März war etwas weniger frisch. Die chemische Zusammensetzung veränderte sich über den Untersuchungszeitraum kaum, d. h. die unterschiedlichen Reifestadien hatten offensichtlich nur einen geringen Einfluss auf die Zusammensetzung des essbaren Anteils (Tabelle 2).

Mit 2,7 % Fett gehört der Stint zu den mittelfetten Fischarten und ist vergleichbar z. B. mit Seehecht. Der hohe Mineralstoffgehalt erklärt sich aus der Aufarbeitung der Proben inklusive der Gräten, die in der Regel auch mitverzehrt werden. Der Proteingehalt ist mit 16 % relativ niedrig.

Der mittlere TMAO-N-Gehalt von 43,8 mg/100g ist vergleichbar mit den TMAO-N-Gehalten von Heringen und anderen pelagisch lebenden Seefischen (Oehlenschläger 1997a) und kann als klarer Indikator herangezogen werden, dass die untersuchten Stinte aus der Nordsee stammen. Süßwasserfische haben in der Regel deutlich niedrigere TMAO-Gehalte.

Tabelle 2: Jahreszeitliche Veränderungen der chemischen Zusammensetzung von ausgenommenen Stinten ohne Kopf.

Table 2: Seasonal changes of composition of beheaded and gutted smelt.

Eingangs-datum	Wasser [%]	Protein [%]	Asche [%]	Fett [%]	TVB-N [mg/100g]	DMA-N [mg/100g]	TMA-N [mg/100g]	TMAO-N [mg/100g]
09.11.2004	79,7	16,4	1,6	3,0	10,5	< 0,3	0,6	42,2
13.12.2004	79,2	16,3	1,6	2,8	10,0	< 0,3	0,7	46,5
12.01.2005	79,2	16,6	1,6	2,6	8,3	< 0,3	0,5	51,3
15.02.2005	80,8	15,0	1,4	2,8	9,3	< 0,3	0,5	42,5
17.03.2005	80,3	15,8	1,7	2,2	13,1	< 0,3	0,6	36,4
Mittelwert	79,8	16,0	1,6	2,7	10,2	< 0,3	0,5	43,8
Std.abw.	0,7	0,6	0,1	0,3	1,8		0,1	5,5

### Nematodenbelastung des essbaren Anteils

Um die Nematodenbelastung küchenfertiger Stinte, wie sie in den Restaurants angeboten werden, zu erfassen, wurden im Januar 2005 und im März 2006 jeweils 100 frische, ausgenommene Stinte ohne Kopf mit der am Forschungsbereich entwickelten quantitativen Press/UV-Methode untersucht. Hierzu wurden die vorbereiteten Fische nach dem Auftauen zwischen zwei Plexiglasscheiben zu einer dünnen Schicht von 1 mm gepresst und unter UV-Licht betrachtet. Vorhandene einmal gefrorene Nematodenlarven fluoreszieren im UV-Licht (366 nm), werden so sichtbar und können quantifiziert werden. Die Längenverteilung der Fische von 10 bis 24 cm entsprach der im Handel angebotenen Sortierung. Die Befallsrate, d. h. der prozentuale Anteil der Fische, bei denen im Muskelfleisch Nematoden gefunden wurden, lag 2005 bei 44 % und die mittlere Befallsintensität betrug 1,2 Nematoden pro Fisch. Die Befallsintensität ist die mittlere Anzahl der Nematoden bezogen auf alle untersuchten 100 Fische. 2006 war die Befallsrate mit 36 % etwas niedriger und die Befallsintensität lag bei 0,6 Nematoden pro Fisch (Tabelle 3).

Die unterschiedliche Befallsintensitäten sind auf die Größenunterschiede der beiden Probenpools zurückzuführen. Möller und Klatt (1990) fanden, dass die Anzahl der Nematoden pro Fisch (aoK) mit der Länge der Fische zunächst kontinuierlich zunimmt und ab 24 cm Länge wieder abnimmt. Abbildung 2 stellt die Befallsintensitäten der 200 Fische in Abhängigkeit von der Länge dar. Die entsprechende Anzahl der untersuchten

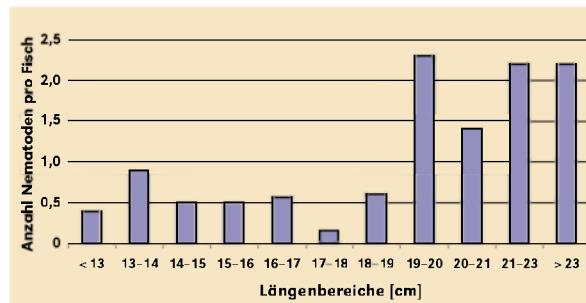


Abbildung 2: Mittlere Anzahl von Nematodenlarven im Stint (ausgenommen, ohne Kopf) in Abhängigkeit von der Länge (n = 200 Fische).

Figure 3: Mean number of nematodes in beheaded, gutted smelt in relation to length (n = 200 fish).

Fische pro Längenbereich gibt Abbildung 3 wieder. Die Zahl der untersuchten Stinte pro 1-cm-Längenbereich über 23 cm war pro Längenbereich zu gering, um eine Trendaussage treffen zu können. Daher wurden Fische ab 23 cm Körperlänge zu einem Längenbereich zusammengefasst.

Fische kleiner als 19 cm waren deutlich geringer befallen als größere Stinte, die berichtete kontinuierliche Zunahme zwischen 10 und 18 cm konnte jedoch bei diesem Probenmaterial nicht beobachtet werden. Auffallend ist die Verdoppelung der Befallsintensität bei Stinten > 19 cm auf 2 Nematoden und mehr pro Fisch (Abb. 2). Erklärbar ist dies mit dem steigenden Alter der Fische. 2 bis 3jährige Fische sind im Gegensatz zu Einjährigen häufig mehrfach befallen. Insgesamt stimmen die ermittelten Befallsintensitäten gut mit der von Möller und Klatt (1990) gemessenen Nematodenbelastung von Elbstinten aus dem Jahr 1984 überein.

Tabelle 3: Nematodenlarven in eisgelagerten Stinten (ausgenommen, ohne Kopf).

Table 3: Nematodes in smelt stored in ice.

Jahr	Gesamt-zahl Stinte	Mittleres Gewicht [g]	Mittlere Länge [cm]	Befalls-rate [%]	Nematodenlarven	
					Gesamtzahl	ausgewandert
2005 Jan.	100	46,0	18,1	44	120	n. b.
2005 März	100	24,1	15,2	29	56 <sup>a)</sup>	5
2006 März	100	31,1	16,4	36	60	2

n. b. = nicht bestimmt \*<sup>a)</sup> = mit Eingeweiden, ohne Kopf

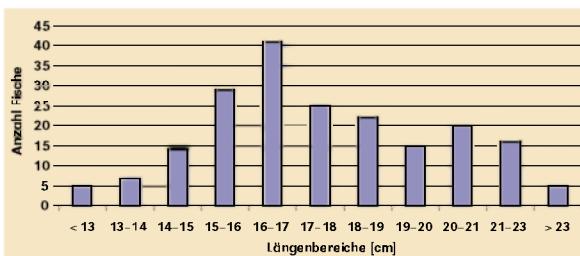


Abbildung 3: Längenverteilung der auf Nematodenbefall untersuchten Stinte.

Figure 2: Length distribution of smelt studied for abundance of nematodes in relation to length.

### Untersuchungen zur Nematodenwanderung im Stint

Die Untersuchungen zum Migrationsverhalten wurden zunächst im März 2005 an 100 fangfrischen Stinenten durchgeführt, die aus dem Großhandel stammten. Um die Ergebnisse abzusichern, wurden ein Jahr später nochmals 100 frische Fische bezogen und untersucht.

#### Stinte vom März 2005

Die Stinte hatten zum Zeitpunkt des Kaufs bereits die Totenstarre durchlaufen. Nach dem Eingang im Institut wurde die Ware auf anhaftende Nematodenlarven (NL) überprüft und 9 anhaftende Larven entfernt. Am Ende der 5-tägigen Eislagerung wurden nochmals 4 NL auf der Hautoberfläche der Fische gefunden, und eine weitere war direkt unter der Haut sichtbar geworden. Im Eis und Abtropfwasser wurden keine weiteren NL entdeckt. Von den 100 Stinenten waren 29 % befallen, die Befallsintensität schwankte zwischen 1 und 5 NL. Insgesamt wurden 51 NL in den Fischen detektiert; d. h. ca. 10 % der Larven waren im Laufe der Lagerung ausgewandert.

#### Stinte vom März 2006

Die Stinte waren zum Zeitpunkt des Kaufs noch größtenteils in der Totenstarre und stark verschleimt. Bei sorgfältiger Durchsicht der Ausgangsware wurden 2 anhaftende Larven entdeckt und entfernt. Anschließend wurden die Fische wie oben beschrieben beist und 5 Tage lang im Kühlraum bei 2 °C gelagert. Bei der anschließenden Kontrolle wurden wiederum 2 äußerlich anhaftende lebende NL entdeckt. Von den 100 Stinenten waren 36 % befallen, die Befallsintensität schwankte zwischen 1 und 9 Nematoden. Insgesamt wurden 63 NL gefunden, d. h. ca. 3 % waren ausgewandert.

Da Eingeweide und Muskelfleisch getrennt untersucht wurden, konnte auch die Verteilung der Nematodenlarven zwischen Muskelfleisch und Eingeweiden bestimmt werden.

Im Gegensatz zum Hering (Roepstorff et al. 1993) oder zur Makrele (Smith 1984), bei denen über 80% der NL in der Bauchhöhle und den Eingeweiden sind, findet

Tabelle 4: Prozentuale Verteilung von Nematodenlarven in verschiedenen Fischarten.

Table 4: Relative distribution of nematodes in several fishes

	Anzahl Fische	im essbaren Anteil [%]	in Eingeweiden [%]	Literatur
Hering	100	2,4	97,6	Roepstorff et al. 1993
Makrele	50	11,9	88,1	Smith 1984
Stint	100	95	5	Diese Studie

man bei den Stinenten die NL fast ausschließlich im Muskelfleisch (Tab.4). Von den 63 gezählten Larven waren nur 5 % in den Eingeweiden. Hier gibt es offensichtlich Unterschiede zwischen den Nematodengattungen. Hering und Makrele werden fast ausschließlich von *Anisakis simplex* befallen, während Stinte bevorzugt *Pseudoterranova decipiens* beherbergen (Abb. 4). McClelland (2002) berichtet, dass mit der Nahrung aufgenommene *Pseudoterranova decipiens* innerhalb kurzer Zeit in die Muskulatur abwandern.

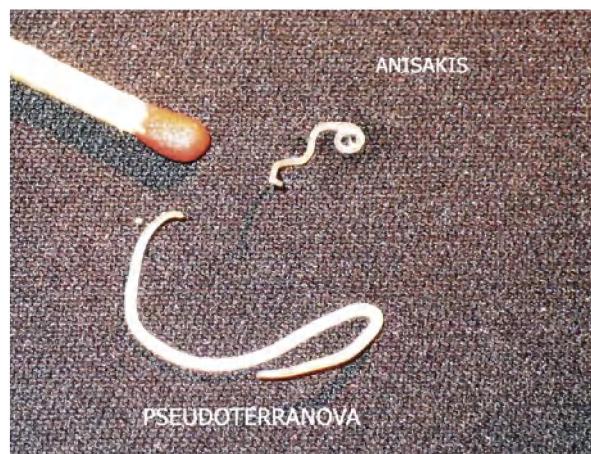


Abbildung 4: *Pseudoterranova decipiens* aus Stinenten im Vergleich zu *Anisakis* sp. aus Heringen.

Figure 4: *Pseudoterranova decipiens* from smelt in relation to *Anisakis* sp. from herring.

Mit den beiden in einem Abstand von einem Jahr durchgeführten Untersuchungen konnte belegt werden, dass es bei einer Eislagerung von Stinenten zu einer Auswanderung von Nematodenlarven der Gattung *Pseudoterranova decipiens* kommen kann.

### Fazit

Die chemische Zusammensetzung der auf dem norddeutschen Markt erhältlichen Stinte ändert sich über den Angebotszeitraum von November bis März nur wenig. Mit einem Fettgehalt von 2,7 % im Muskelfleisch gehört der Stint zu den mittelfetten Fischarten.

Aufgrund der kurzen Entfernung zwischen Fangplatz und Großmarkt ist die Frische der angebotenen Ware ausgezeichnet. Die meisten Fische befanden sich zum Zeitpunkt der Untersuchung noch im *Rigor mortis*.

Die Belastung des essbaren Anteils mit Nematodenlarven der Gattung *Pseudoterranova decipiens* ist erheblich. Zwischen 30 und 45 % der untersuchten Fische waren mit Nematodenlarven befallen, kleinere Fische waren allerdings deutlich weniger belastet als Fische über 19 cm Länge. Der überwiegende Teil der Larven wurde in der Muskulatur gefunden, so dass ein sofortiges Ausnehmen der Ware zu keiner Reduzierung der Nematodenanzahl führen würde. Bei längerer Eislagerung von Stinten kann es zu einer Auswanderung von Nematodenlarven kommen, die dann äußerlich sichtbar an der Oberfläche haften können.

## Danksagung

Ich danke Frau Heike Wassermann, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Forschungsbereich Fischqualität, Hamburg, für die sorgfältige Durchführung der Untersuchungen.

## Zitierte Literatur

- Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union, 2004. Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. Amtsblatt der Europäischen Union L226 v. 25.06.2004, 22–82.
- Gerlach, R., 1950: Die Fische. Classen Verlag, Hamburg, Germany.
- Kahl, W., 1936: Über den Befall des Stints mit Larven des Fadenwurms *Porrocaecum decipiens*. Fischmarkt 7: 177–181.
- Karl, H., 1988: Vergleich von Nachweismethoden für Nematodenlarven. Inf. Fischwirtsch. 35: 81–83.
- Karl, H.; Leinemann, M., 1993: A fast and quantitative detection method for nematodes in fish fillets and fishery products. Archiv Lebensmittelhygiene 44: 124–125.
- Levsen, A.; Lunestad, B.T.; Berland, B., 2005: Low detection efficiency of candling as a commonly recommended inspection method for nematode larvae in the flesh of pelagic fish. J. Food Protection 68: 828–832.
- Lillelund, K., 1961: Untersuchungen über die Biologie und Populationsdynamik des Stintes. Arch. Fischereiwissenschaft 12: Beiheft 1, 1–128.
- LMBG 1988: Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG. Bestimmung des Gehaltes von flüchtigen stickstoffhaltigen Basen (TVB-N) in Fischen und Fischerzeugnissen. L 10.003.
- Lunestad, B.T., 2003: Absence of nematodes in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. J. Food Protection 66: 122–124.
- McClelland, G., 2002: The trouble with sealworms (*Pseudoterranova decipiens species complex, Nematoda*): A review. Parasitology 124: 183–203.
- Möller, H., 1984: Daten zur Biologie der Elbfische. Möller, Kiel, Germany. pp. 64.
- Möller, H.; Klatt, S., 1990: Smelt as host of the sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) in the Elbe estuary. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222: 129–138.
- Oehlenschläger, J., 1997: WEFTA interlaboratory comparison on nitrogen determination by Kjeldahl digestion in fishery products and standard substances. Inf. Fischwirtsch. 44 (1): 31–37.
- Oehlenschläger, J., 1997a: Volatile amines as freshness/spoilage indicators. A literature review. In: Lutein, J.B.; Borresen, T.; Oehlenschläger, J. (Hrsg.): Development in food science 38. Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality. Amsterdam: Elsevier, 571–585.
- Octjen, K.; Karl, H., 1999: Improvement of gas chromatographic determination methods of volatile amines in fish and fishery products. Deutsche Lebensmittelrundschau 95 (10): 403–407.
- Pippy, J.H.C., 1970: Use of ultraviolet light to find parasitic nematodes in situ. J. Fisheries Research Board Canada 27: 963–965.
- Roepstorff, A.; Karl, H.; Bloemsma, B.; Huss, H.H., 1993: Catch handling and possible migration of Anisakis larvae in herring, *Clupea harengus*. J. Food Protection 56: 783–787.
- Smedes, F., 1999: Determination of total lipid using non-chlorinated solvents. Analyst 124: 1711–1718.
- Smith, J.W., 1984: The abundance of *Anisakis simplex* L3 in the body-cavity and flesh of marine teleosts. Int. J. Parasitology 14: 491–494.