

76  
Sonderdruck

aus

„Archiv für Fischereiwissenschaft“

2. Jahrg. 1950

3./4. Heft



# Beiträge zur Epidemiologie und Physiologie des parasitischen Copepoden *Mytilicola intestinalis*

Von P. F. Meyer und H. Mann

---

VERLAG GUSTAV WENZEL & SOHN, BRAUNSCHWEIG



*Aus dem Institut für Küsten- und Binnenfischerei der Bundesanstalt für Fischerei, Hamburg  
(Dir. Dozent Dr. phil. habil. P. F. Meyer)*

## Beiträge zur Epidemiologie und Physiologie des parasitischen Copepoden *Mytilicola intestinalis*.

*P. F. Meyer und H. Mann*

- I) Problemstellung.
- II) Die epidemische Verbreitung von *Mytilicola* in Nordwest-Europa.
- III) Die epidemische Verbreitung von *Mytilicola* im deutschen Wattengebiet der Nordsee.
- IV) Versuche zum Nachweis der Schadwirkung von *Mytilicola intestinalis* bei *Mytilus edulis*.
  1. Infektionsversuche.
  2. Schädigung der Muschel durch Veränderung ihres Stoffwechsels.
    - a) Fleisch- und Wassergehalt der Muscheln.
    - b) Zusammensetzung des Muschelfleisches.
    - c) Gewichtsanteil der Mitteldarmdrüse.
    - d) Eiweißverdauung der Muscheln.
    - e) Atmung der Muscheln.
    - f) Filterfähigkeit der Muscheln.
    - g) Zusammenfassung der Ergebnisse.
  3. Schädigung der Betrossung, Veränderung der Lagerfähigkeit und das Aussehen der Muschel.
- V) Epidemiologie und Bekämpfungsmöglichkeiten.
- VI) Wirtschaftliche Folgen.
- VII) Zusammenfassung.
- VIII) Summary
- IX) Schrifttum.

### *I. Problemstellung:*

Die Tatsache, daß die *Mytilus*-bestände der deutschen Nordseeküste 1950 stark dezimiert wurden und gleichzeitig ein außerordentlich starker Befall der Muscheln mit dem parasitischen Copepoden *Mytilicola intestinalis* festgestellt wurde, ließ die Vermutung aufkommen, daß beides in ursächlichem Zusammenhang stehe. Bestärkt wurden wir in dieser Annahme noch dadurch, daß ähnliche zeitlich zusammenfallende Erscheinungen auch in den Küstengebieten Frankreichs, Hollands und Englands beobachtet wurden. Zwingende Beweise für die Richtigkeit dieser Annahme gab es jedoch nicht, ebenso wenig lagen Erfahrungen aus früherer Zeit vor, aus denen man hätte auf die gegenwärtigen Verhältnisse schließen können. Bei der großen wirtschaftlichen Bedeutung dieser epidemischen Vorgänge in den Muschelbeständen NW-Europas erachteten wir die Klärung der oben angedeuteten kausalen Zusammenhänge als besonders vordringlich. Wir richteten daher unser Augenmerk zunächst auf die Stoffwechselvorgänge in der Muschel und auf ihre Veränderungen, die bei Befall der Muscheln mit *Mytilicola intestinalis* auftraten. Daneben wurden auch Untersuchungen über die Massenvermehrung des Befalles in den einzelnen Schadgebieten und die Ursache der Epidemie vorgenommen.



## II. Die epidemische Verbreitung von *Mytilicola* in Nordwest-Europa.

In Frankreich hat sich nach Mitteilung von Dr. L a m b e r t *Mytilicola* in den Muschelbeständen der Normandie und der Bretagne bis zur Mündung der Loire ausgebreitet. Ferner fand man den Parasiten an der französischen Kanalküste vor allem in der Umgebung von Le Havre und auch bei Dieppe (6). In Holland sind fast alle Natur- und Zuchtbänke befallen. Das Zentrum des Befalls befindet sich nach mündlicher Mitteilung von Dr. H a v i n g a und Dr. K o r r i n g a im Wattengebiet von Zeeland. Englands *Mytilus*bestände weisen nach schriftlicher Äußerung von Dr. C o l e an der Ostküste und zwar im südlichen Teil (Felix bis Blyth, Northumberland) starken Parasitenbefall auf. An der Kanalküste sind es vor allem die Muschelbänke in der Nähe von Southampton, Poole und Falmouth. Auch an der Westküste scheint der Parasit vorzukommen; jedoch ist dieses Gebiet noch nicht hinreichend untersucht, um etwas Näheres darüber sagen zu können. Auch an der irländischen Küste im Hafen von Cork ist er nach einem Bericht von H. C o l e 1947 in größerer Zahl aufgetaucht.

Alle genannten Gebiete weisen einen starken Rückgang in der Muschelwerbung auf. In Holland führte er 1950 sogar zu einem Zusammenbruch der dortigen Muschelfischerei. Auch in Frankreich wurde im letzten Jahr ein erhebliches Zurückgehen der Erträge festgestellt. Als Folge des Ertragsrückganges konnte die große Nachfrage nach Muscheln am Pariser Markt nicht befriedigt werden und zum ersten Male in der deutschen Fischerei bestanden größere Ausfuhrmöglichkeiten deutscher Muscheln nach Frankreich. Wenn Mitteilungen über die epidemische Verbreitung von *Mytilicola* aus anderen Ländern Europas (Italien, Jugoslawien, Spanien, Portugal, Belgien) nicht vorliegen, so bedeutet das nicht, daß die *Mytilus*bänke dieser Staaten die oben beschriebenen Erscheinungen nicht zeigten. Vielmehr wurden, weil die Muschelfischerei dieser Länder unbedeutend ist, noch keine Untersuchungen aufgenommen. Gelegentliche Beobachtungen lassen aber die Vermutung zu, daß auch in den genannten Ländern ein erhöhter Befall zu verzeichnen ist.

Die dänischen Bestände sind bisher noch nicht befallen. Das Gleiche gilt auch für die deutschen Muschelbänke an der Ost- und Westküste Schleswig-Holsteins. Die Muschelbänke Niedersachsens von der Außenems bis an die Außenelbe weisen dagegen einen ähnlichen *Mytilicola*befall auf wie die Hollands. Während auf den Muschelbänken Dänemarks und Schleswig-Holsteins keine Lichtung der Muschelbestände beobachtet wurde, wurden die Bestände Ostfrieslands 1950 mit wenigen Ausnahmen vernichtet.

## III. Die epidemische Verbreitung von *Mytilicola* im deutschen Wattengebiet der Nordsee im Jahre 1950

Die im Jahre 1950 beobachtete Massenvermehrung von *Mytilicola* im deutschen Wattengebiet wurde erstmalig durch Dr. B a h r bekannt, der im Frühjahr 1950 bei Borkum zahlreiche Muscheln mit mehreren Parasiten fand. Auf Grund seines Befundes und der schriftlichen Nachrichten von Dr. H a v i n g a und Dr. K o r r i n g a über eine Massenvermehrung von *Mytilicola* in den holländischen Gewässern haben wir dann eine systematische Untersuchung der deutschen Miesmuschelbestände vorgenommen. Zunächst untersuchten wir das Wattengebiet zwischen Außenems und Außenelbe. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in Tafel 1 und den Abb. 1 bis 3 dargestellt.



Tafel 1

Verzeichnis der untersuchten *Mytilus*proben mit Angaben über *Mytilicolabefall*<sup>1)</sup>

Nr.	Fangplatz:	Anzahl der Proben :	Prozentualer Anteil der befallenen Muscheln an der Probe :	Durchschnitt- liche Stück- zahl je befall- ener Muschel
1	Borkum, Leitdamm, Hafen	1	100	7,6
2	Borkum, Randzelgatt	1	85	7,2
3	Borkum, Randzelwatt	1	96	8,1
4	Memmertshalje	1	92	8,3
5	Norddeich, Landungspier	1	100	6,5
6	zwischen Norddeich und Norderney	1	60	2,8
7	Norderney, Hafen	1	100	8,2
8	Norddeich, Borkumer Watt	1	38	1,7
9	Langeoog, Landungsbrücke	1	80	4,3
10	Ostende Langeoog	1	88	3,0
11	Spiekeroog, Nähe Landungsbrücke	3	87	6,7
12	Ostende Spiekeroog, Alte Harle	1	90	4,7
13	Carolinensiel	1	78	8,5
14	Westlich Wangerooge	3	75	3,2
15	Hafenmole Wangerooge	1	58	3,0
16	Südlich Wangerooge	1	60	4,4
17	Wilhelmshaven, Max-Planck-Institut	9	94	8,9
18	Wilhelmshaven, Senckenberg am Meer	4	92	7,7
19	Nördlich Neuwerk	5	1	1,0
20	Tonne L, Buchtloch	1	0	0
21	Trischen	1	2	1,0
22	Cuxhaven, Watt	1	88	5,8
23	Cuxhaven, Alte Liebe	2	6	0,8
24	Cuxhaven, Fischereihafen	1	8	1,5
25	Cuxhaven, Steindamm	1	6	1,2
26	Cuxhaven, Grimmershörn	4	25	1,6
27	Cuxhaven, Sportbad	1	10	1,0
28	Cuxhaven, Karrenbad	2	19	1,2
29	SW Hakensand	1	12	1,5
30	Gelbsand Süd	1	3	1,0
31	Gelbsand Ost	1	4	1,0
32	Das Hohe Ufer	1	2	1,0
33	SO Trischen, Watt	1	2	1,0
34	Watt zwischen Friedrichskoog und Trischen	1	3	1,0
35	Steertloch	1	0	0
36	Sandloch NO Bielshöver Sand	1	0	0
37	Büsum, Wattkante zwischen Tonne 14 und 13	1	0	0
38	Büsum, Westkante zwischen Tonne 14 und 15	1	0	0
39	Büsum, zwischen Wattkante und Deich	1	0	0
40	Büsum, Deichfuß, Gegend Leuchtturm	1	2	1,0
41	Büsum, Hafeneinfahrt	1	0	0
42	Büsum unter Land	1	8	1,0
43	Büsum, Nähe Wöhrden	1	0	0
44	Büsum, Watt vor Warwerort	1	0	0
45	Büsum, Tonne 2, Leuchtt. Loch	1	0	0
46	Büsum, Steindamm, S-Schleuse	2	0	0
47	Büsum, Steinmole, N-Schleuse	1	0	0
48	Büsum, Wattentümpel, N-Schleuse	1	0	0
49	Tertius Tonne	1	0	0



Nr.	Fangplatz:	Anzahl der Proben:	Prozentualer Anteil der befallenen Muscheln an der Probe:	Durchschnitt- liche Stück- zahl je befallener Muschel
50	N-Trischen, Flachstrom	1	0	0
51	SO-Spitze Tertius	1	0	0
52	Süderpiep	1	0	0
53	Eidermündung	2	1	1,0
54	Holmer Fährre	1	0	0
55	Butterloch	1	0	0
56	Hamburger Hallig	1	0	0
57	Habel SO	1	0	0
58	Gröde NW	2	0	0
59	Amrum, Schweinsrücken	3	0	0
60	Amrum, Steenodde	2	0	0

Danach waren bei Beginn der Untersuchungen im Juni 1950 die ostfriesischen Bestände bereits befallen. Ebenso wurde eine starker *Mytilicolabefall* im Jadebusen festgestellt. Auch im Wattengebiet vor Cuxhaven wurden zahlreiche parasitierte Muscheln gefunden.

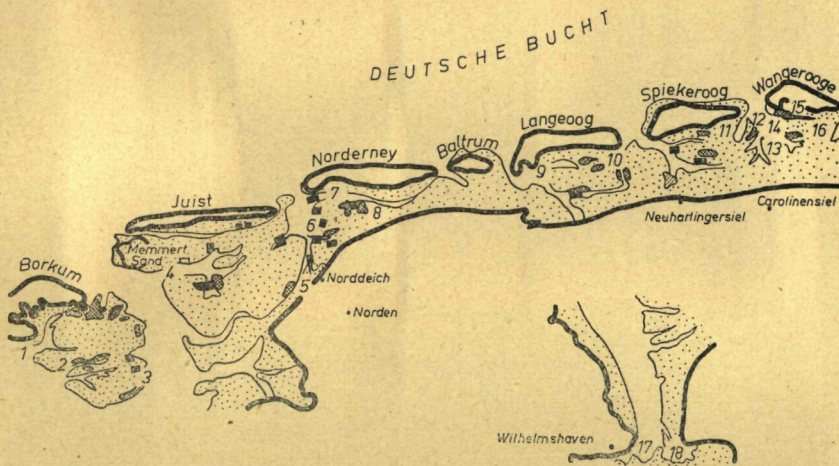
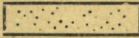




Abb. 1

Muschelbänke im Wattengebiet von Ostfriesland

Erklärungen:		Wattengebiet bei NNW
		Kulturbank
		Naturbank

Die Ziffern geben die Stellen wieder, an denen Proben, die in Tafel 1 aufgeführt sind, entnommen wurden.

<sup>1)</sup> Wir danken allen denen, die uns bei der Beschaffung von Untersuchungsmaterial geholfen haben, insbesondere dem Max-Planck-Institut für Meeresbiologie, Wilhelmshaven; Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven; dem Fischereiamt für die Küstengewässer der Nordsee, Altona und dem Staatlichen Fischereiamt Bremerhaven, Bremerhaven.



Ihr Vorkommen war in der Regel auf Muscheln stromstillen, ruhiger und flacher Gebiete beschränkt, wie etwa auf das durch Steindämme eingeschlossene Gebiet nördlich der Brücke bei der „Alten Liebe“. Muscheln, die nur wenige Meter von diesem Platz entfernt an umströmten Pfählen der Brücke saßen, waren dagegen nicht befallen. Auch die Tonnen im Seegebiet nördlich der Inselkette und im Gebiet der Außenelbe zeigten keinen Parasitenbefall. Dagegen wurde der Parasit wieder in größerer Menge an der Westkante der Außenelbe bei Neuwerk und Scharnhörn gefunden.

Auffallenderweise waren die Muschelgebiete an der Ostkante der Außenelbe bis auf wenige Exemplare, die gegenüber Neuwerk und Scharnhörn und vor Büsum gefunden wurden, unbefallen. Nördlich von diesen Fundstellen fehlte der Parasit ganz.



Abb. 2

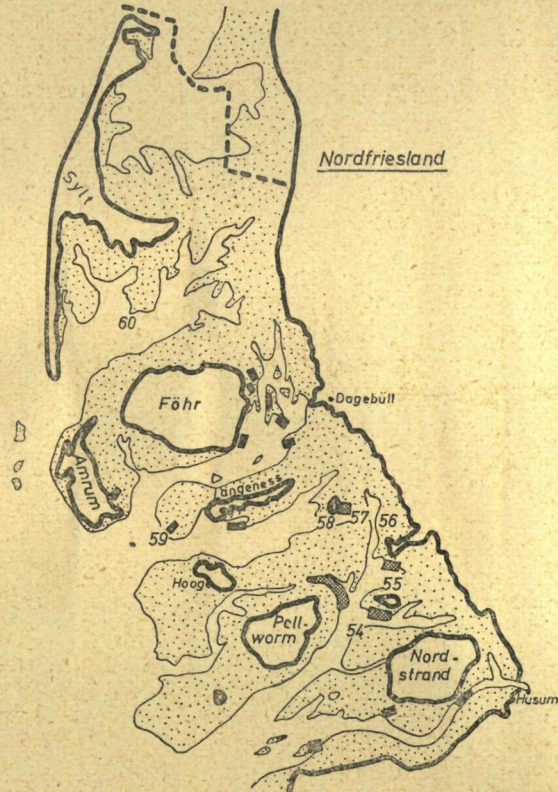
Muschelbänke im Wattengebiet zwischen Cuxhaven und Tönning.  
Erklärungen siehe Abb. 1

Diese letzte Feststellung ist in wirtschaftlicher Hinsicht insofern von außerordentlicher Bedeutung, als gerade die größten und ergiebigsten deutschen Muschelkulturen in diesen nichtbefallenen Gebieten liegen und man mit Sicherheit für die nächste Muschelsaison in diesen Gebieten mit guten Erträgen rechnen kann. Auch in wissenschaftlicher Beziehung ist diese Beobachtung wichtig. Ohne Zweifel stellt die Außenelbe für die Ausdehnung des Massenbefalls auf die Gebiete östlich der Außenelbe ein Hindernis dar. Ob die Strömungsverhältnisse oder der geringe Salzgehalt des Elbmündungsgebietes dafür verantwortlich zu machen sind, konnte bis heute noch nicht geklärt werden. Von der Beantwortung dieser Frage wird es also abhängen, ob man mit einer Ausbreitung auf das östliche Gebiet der Außenelbe und damit auf die Kulturen bei Föhr zu rechnen hat oder nicht. Nach unserer Ansicht dürfte *Mytilicola* in ihrem Vordringen nach Osten nur für eine gewisse Zeit durch die Elbe aufgehalten werden. Infolge der west-ost-



gerichteten Strömungen in der Nordsee und der starken Tidenbewegung wird immer einmal die Möglichkeit gegeben sein, daß *Mytilicola*-Larven trotz des Einstromes des Elbwassers passiv in diese Gebiete verfrachtet werden. Es ist auch nicht anzunehmen, daß der geringere Salzgehalt der Außenelbe die Ausbreitung der Larven nach Osten verhindert. Denn nach unseren Laboratoriumsversuchen können die Larven ohne Schwierigkeit eine Aussüßung des Meerwassers bis 3 ‰ überstehen. Der Salzgehalt des zwischen Cuxhaven und Feuerschiff Elbe I gelegenen Gebietes der Außenelbe beträgt nach bisher unveröffentlichten Untersuchungen von Dr. Kühl und Dr. Mann aber immer noch 8 bis 25 ‰. Außerdem ist bemerkenswert, daß *Mytilicola* gerade gegenüber den stark befallenen Gebieten um Neuwerk und Scharhörn einen Brückenkopf auf der östlichen Seite der Außenelbe gebildet hat.

Abb. 3



Muschelbänke im Wattengebiet  
Nordfrieslands.  
Erklärungen siehe Abb. 1

#### IV. Versuche zum Nachweis der Schadwirkung von *Mytilicola intestinalis* auf *Mytilus edulis*

##### 1. Infektionsversuche:

Mit dem Massenaufreten von *Mytilicola intestinalis* ging eine starke Lichtung der Muschelbestände einher (vergl. Seite 121). Ältere Muscheln (Halbwachs- und Speisemuscheln<sup>1)</sup>) besaßen, wenn sie mit drei oder mehr Parasiten befallen waren, deutlich eine geringere Fleischausbeute als nicht oder nur wenig befallene Muscheln, waren also

<sup>1)</sup> Brut = bis 30 mm Schalenlänge  
Halbwachs = 30 bis 50 mm Schalenlänge  
Speisemuscheln = über 50 mm Schalenlänge



„mager“. Ähnliche Beobachtungen hat auch O d l a u g h (8) an der Olympia-Auster gemacht, die mit *Mytilicola orientalis* befallen war. Ihr „Conditions-Faktor“ lag ebenfalls niedriger als bei nichtbefallenen Muscheln. Die parasitierte Muschelbrut des Jahrganges 1950 starb sogar im Laufe des Sommers und Herbstes in größerer Zahl. So wurden z. B. im Juli 1950 südlich Norderney und auch in der Nähe des Randzelwattes bei Borkum große Felder abgestorbener Jungmuscheln festgestellt.

Da der ursächliche Zusammenhang zwischen absterbender Muschel bzw. Qualitätsverminderung und Parasitenbefall nicht ohne weiteres festzustellen war, andererseits von deutscher und holländischer, insbesondere aber von französischer Seite eine derartige Kausalität in Zweifel gezogen wurde, wurden zunächst Infektionsversuche im Labor angestellt und ihre Wirkung auf die Muscheln beobachtet.

Nebenbei sei bemerkt, daß die Entwicklung von *Mytilicola* in unseren Gewässern ganz ähnlich verläuft, wie sie von S t e u e r (10) und P e s t a (9) in der Adria beobachtet wurde. Auch die Eizahl und die Eientwicklung ist ähnlich wie die bei *Mytilicola* der Mittelmeergewässer.

Bei unseren Infektionsversuchen gelang es ohne Schwierigkeiten Nauplien aus reifen Eiersäckchen in abgekochtem und auch unabgekochtem Seewasser bis zum Larvenstadium zu züchten. Die in Seewasseraquarien gehaltenen unbefallenen Muscheln wurden in verschiedener Weise mit *Mytilicola* infiziert:

1. Unbefallene *Mytilus* wurden mit Nauplien infiziert, die im Wasser frei schwammen.  
Ergebnis: Nach 8 Tagen befanden sich im Darm der Muschel alle parasitischen Entwicklungsstadien nebeneinander.
2. Unbefallene *Mytilus* wurden zusammen mit abgeschnittenen Eiersäckchen von *Mytilicola* im Seewasser gehalten:  
Ergebnis: Die Eier entwickelten sich bis zum Nauplius; starben aber ab, bevor eine Infektion erfolgte.
3. Unbefallene *Mytilus* wurden mit befallenen *Mytilus*, die markiert waren, im Seewasser gehalten:  
Ergebnis: Nach 8 Tagen waren die unbefallenen Muscheln sämtlich infiziert, wobei festgestellt wurde, daß alle parasitischen Entwicklungsstadien im Darm der Muschel vorhanden waren.
4. Unbefallenen *Mytilus* wurden mittels einer Pipette geschlechtsreife parasitische Stadien in den Siphon eingeführt:  
Ergebnis: Nach 5—7 Tagen waren sämtliche Parasiten wieder ausgestoßen.
5. Unbefallenen *Mytilus* wurden mittels einer Pipette Nauplien in den Siphon eingeführt:  
Ergebnis: Nach 5—8 Tagen befanden sich im Darm der Muschel alle Entwicklungsstadien nebeneinander.

Daß im 4. Versuch die Parasiten von der Muschel wieder ausgestoßen wurden, beruht wahrscheinlich darauf, daß die geschlechtsreifen Parasiten ihrer Größe wegen nicht den Siphon passieren konnten, denn im 5. Versuch wurden die bedeutend kleineren Naupliusstadien ohne Schwierigkeiten in den engen Darm aufgenommen.

Hinsichtlich der P h o t o t a x i s und C h e m o t a x i s wurden folgende Beobachtungen gemacht: Die freischwimmenden Larven wurden in einer 1 m langen mit 2 cm Durchmesser abgedunkelten Glasröhre gehalten, die in der Mitte einen 1 cm breiten lichtdurchlässigen Schlitz aufwies. Nach rund 12 Std. hatten sich die freischwimmenden Naupliuslarven in der Nähe dieses Schlitzes versammelt. Erwachsene Larven, die aus befallenen Muscheln herauspräpariert waren, wurden ebenfalls diesem Versuch unterworfen, zeigten aber keine Reaktion auf den Lichtreiz.



Die Chemotaxis wurde folgendermaßen festgestellt: In eine flache Petrischale wurden einige Nauplien eingesetzt. Außerdem wurden in dieses Gefäß drei Pipetten gehängt, die Seewasser, schwach verdünnten Muschelbrei und unverdünnten Muschelbrei enthielten. Die Nauplien reagierten weder auf das Seewasser noch auf den Muschelextrakt, sondern blieben gleichmäßig verteilt über die gesamte Fläche der Petrischale. Diese Versuche wurden mehrere Male mit gleichem Ergebnis wiederholt. Danach ist anzunehmen, daß die Muschel wohl kaum chemische Reize auf die freischwimmende Larve ausübt.

Um die schon oben erwähnte geringe Schwimmfähigkeit der Larven nachzuweisen, wurde folgender Versuch unternommen: In eine 1 m lange Glasröhre von 2 cm Durchmesser, die senkrecht stand, wurden Nauplien am oberen Ende eingesetzt und die Zeit gemessen, in der sie unten anlangten. Lebende Tiere gebrauchten dazu 13 Minuten, tote Tiere 10 Minuten. Der Versuch zeigt, daß die Eigenbewegung der lebenden Tiere zwar ausreicht, um sie einige Zeit schwebend zu halten, daß sie aber außerordentlich schwach ist, so daß die Annahme berechtigt erscheint, die Larve sucht die Muschel nicht aktiv auf, sondern wird von ihr passiv eingestrudelt.

## 2. Schädigung der Muschel durch Veränderung ihres Stoffwechsels.

Wie oben schon gesagt, treten äußerliche Schäden an der Muschel nur auf, wenn mehr als drei Parasiten im Muscheldarm gefunden werden. Diese lediglich auf Beobachtung beruhende Feststellung konnte durch zahlreiche Untersuchungen erhärtet werden: Die stark befallenen Muscheln hatten ein geringeres Fleischgewicht als die weniger befallenen Muscheln. Der Eiweiß- und Fettgehalt des Fleisches nimmt bei stark befallenen Muscheln ab, der Aschegehalt zu. Es wurden ferner Veränderungen in der Eiweißverdauung, in der Atmung und in der Filtertätigkeit der befallenen Muscheln festgestellt. Schließlich wurde auch die Mitteldarmdrüse infizierter Muscheln durch den Parasiten in Mitleidenschaft gezogen:

### a) Fleisch- und Wassergehalt der Muscheln:

Lebende Muscheln verschiedener Gebiete, wurden zunächst von anhaftendem Schmutz und Bewuchs gereinigt, auf Filterpapier oberflächlich abgetrocknet, gemessen und auf einer Briefwaage gewogen. Danach wurde jede einzelne Muschel mit einem Skalpell geöffnet, das Fleisch herausgetrennt und Fleisch und Schale getrennt gewogen. Auf diese Weise erhielten wir das Gesamtgewicht, das Gewicht des Mantelhöhlenwassers und des Fleisches. Insgesamt wurden etwa 30 Proben (je Probe 50 bis 150 Exemplare) untersucht und auf Grund des Materials Mittelwerte errechnet. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, wurde jeweils das Fleischgewicht bzw. der Wassergehalt zum Gesamtgewicht der Muscheln in Beziehung gesetzt und in Prozenten des Gesamtgewichtes angegeben. Das Ergebnis der Untersuchung war folgendes: der Fleischgehalt bei nichtbefallenen Muscheln betrug 27,1 % (17,5 bis 37,5 %), während er bei befallenen im Durchschnitt bei 22,6 % (15,3 bis 33,8 %) lag, also um 5 % niedriger war. Der Wassergehalt der unbefallenen Muscheln betrug im Durchschnitt 45,8 % (38,4 bis 58,4 %), der der befallenen 36,5 % (30,4 bis 41,1 %). Er war also um 9,3 % niedriger.

### b) Zusammensetzung des Muschelfleisches:

Um die chemische Zusammensetzung des Muschelfleisches zu untersuchen, wurde das Fleisch von mindestens 20 Exemplaren befallener und unbefallener Muscheln im Trockenschrank in getrennten Portionen getrocknet und mittels üblicher chemischer Methoden auf Eiweiß, Fett und Asche untersucht. Die Muscheln entstammten Proben aus dem Wattengebiet vor Cuxhaven und Wilhelmshaven und waren in den Monaten Juni, Juli



und August 1950 gesammelt. Alle Muscheln waren mindestens mit drei Parasiten befallen. Das Ergebnis der Untersuchungen war, daß bei den befallenen Muscheln der Eiweißgehalt um 2,6 % und der Fettgehalt um 0,3 % niedriger lag als bei den unbefallenen, während der Aschegehalt um 1,3 % höher lag. Wenn die zahlenmäßigen Unterschiede auch gering erscheinen, so zeigen sie doch immerhin deutliche Störungen im Stoffwechsel der befallenen Muscheln (Abb. 4).

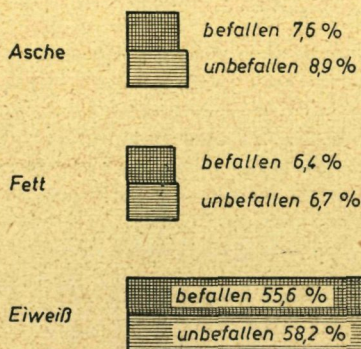


Abb. 4

Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des Muschelfleisches bei Parasitenbefall.

#### c) Gewichtsanteil der Mitteldarmdrüse:

Die Mitteldarmdrüse wurde an lebenden Muscheln untersucht. Die Muscheln wurden geöffnet, das Gesamtgewicht des Muschelfleisches bestimmt, die Mitteldarmdrüse vollständig herauspräpariert und auf der analytischen Waage gewogen. Das Gewicht der Mitteldarmdrüse wurde in Prozenten des Gesamtfleischgewichtes ausgedrückt. Das Ergebnis ist folgendes: Der Anteil des Gewichts der Mitteldarmdrüse zum Gesamtgewicht des Fleisches befallener Muscheln nahm gegenüber unbefallenen Muscheln von 15,3 auf 10,7 %, also um 4,6 % ab (Abb. 5). Da die Mitteldarmdrüse der Muscheln als Sekretions- und Speicherorgan eine außerordentlich wichtige Rolle im Stoffwechsel der Muscheln spielt, ist der Substanzverlust als schwerwiegende Schädigung der Muscheln aufzufassen.

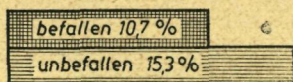


Abb. 5

Veränderungen des Gewichtsanteils der Mitteldarmdrüse von *Mytilus* bei Parasitenbefall.

#### d) Eiweißverdauung der Muscheln:

Unsere Vorstellungen von dem Vorgang der Eiweißspaltung der Muscheln sind in früheren Veröffentlichungen (7) dargestellt. Die Eiweißverdauung wird durch die beiden gleichzeitig wirkenden Fermente Katepsin und Trypsin hervorgerufen. Durch vergleichende Untersuchungen bei befallenen und nichtbefallenen Muscheln konnten wir eine deutliche Beeinflussung in der Eiweißspaltung durch den Parasiten nachweisen. Es wurden Glyzerinextrakte aus den Därmen bzw. Mitteldarmdrüsen der Muscheln hergestellt und mit diesen Verdauungsversuche vorgenommen. Die Proteolyse der Mitteldarmdrüse und des Darmes wurde nach der Methode von Anson-Duspiva mit dem Stufenphotometer gemessen, wobei eine 3%ige Caseinlösung nach Harmasten als Substrat diente. Als Puffer wurde ein Citrat-Phosphat-Ammoniak-Puffer nach Gras-

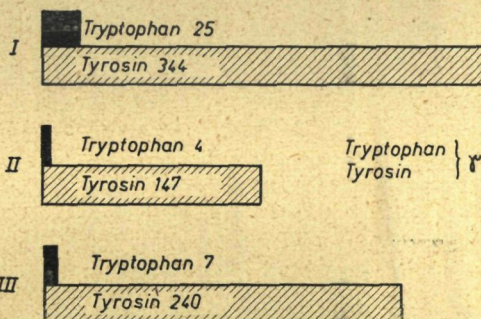


mann-Willstätter benutzt. Jeder Ansatz stand 24 Std. bei 37° C im Brutschrank. Quantitativ wurden die bei der Proteolyse gebildeten Aminosäuren Tyrosin und Tryptophan bestimmt. Es wurde eine Versuchsreihe mit unbefallenen Muscheln, eine zweite Reihe mit befallenen Muscheln angesetzt. In einer dritten Versuchsreihe wurden Glycerinextrakte von unbefallenen Muscheln hergestellt, denen später im Verdauungsversuch je 1 ccm eines Glycerinextraktes zugesetzt wurde, der aus zerquetschtem *Mytilicola* labrei gewonnen war (Abb. 6). Die Versuche zeigten, daß die Eiweißverdauung durch den Parasiten deutlich beeinflußt wird. Besonders ist das der Fall bei der kateptischen Komponente (ph 4,2), die tryptische Verdauung (ph 8,4) wird weniger gestört. Diese Werte gelten sowohl für Tyrosin als auch für Tryptophan. Interessant ist, daß die Störung besonders im Darm bemerkt wird, in der Mitteldarmdrüse besteht dagegen kaum ein Unterschied zwischen befallenen und unbefallenen Tieren. Der Grund für diese auffällige Beobachtung mag darin liegen, daß der Parasit im Darm lebt und hier seinen schädigenden Einfluß auszuüben vermag, während die Mitteldarmdrüse im allgemeinen von Parasiten und möglicherweise auch von seiner Beeinflussung verschont bleibt.

Abb. 6

Veränderung der Eiweißspaltung im Darm von *Mytilus* durch Parasitenbefall gemessen an der im Darm gebildeten Menge von Tyrosin und Tryptophan.

- I. *Mytilus* mit Parasiten
- II. *Mytilus* ohne Parasiten
- III. *Mytilus* ohne Parasiten mit Zusatz von *Mytilicola* extrakt.



Die Versuche haben ergeben, daß die Eiweißspaltung bei befallenen Muscheln allgemein schneller vor sich geht als bei unbefallenen. Und zwar werden bei der angegebenen Versuchsanordnung unter den gleichen Bedingungen bei befallenen Muscheln mindestens eine doppelt so große Menge an Aminosäuren gebildet, wie bei unbefallenen.

#### e) Atmung der Muscheln:

Auch die Atmung der Muschel wird durch den Parasitenbefall in Mitleidenschaft gezogen, wie Untersuchungen an der Atmung an ganzen Muscheln und isolierten Gewebestücken der Mitteldarmdrüse zeigten:

Lebende Muscheln wurden in Gefäßen von 500 ccm Inhalt, die mit Seewasser von bekanntem Sauerstoffgehalt gefüllt waren, gehalten. Nach einer Zeit von 3 bis 4 Stunden wurde der Sauerstoffgehalt des Wassers gemessen. Die Differenz des Sauerstoffgehaltes am Anfang und am Ende des Versuches ergab während der Versuchszeit den Sauerstoffverbrauch durch die Atmung der Muscheln. Bei bekanntem Fleischgewicht wurde der Sauerstoffverbrauch pro Gewichts- und Zeiteinheit bei der gegebenen Temperatur berechnet (Abb. 7).

Abb. 7

Die Atmung bei befallenen und nicht befallenen Muscheln. Die Zahlen geben an: Verbrauch in mg O<sub>2</sub>/St./kg Körpergewicht (Weichkörper) bei T = 21° C.





Der Sauerstoffverbrauch befallener Muscheln ist gegenüber unbefallenen um 45 % gesteigert. Es handelt sich hier um einen Mittelwert, der aus Versuchen mit Muscheln gewonnen wurde, bei denen die Stärke des Parasitenbefalls unberücksichtigt blieb. Zieht man die Stärke des Parasitenbefalls mit in Betracht, so ergibt sich folgendes: Die Atmung erfährt z. B. bei zwei Parasiten eine Steigerung um 29 bis 35 %, bei drei Parasiten um 51 % und bei acht Parasiten 85 %. Aus diesen Werten geht deutlich hervor, daß die Atmung mit Zunahme der Parasitierung ansteigt. Diese Versuche wurden mit lebenden Tieren angestellt, wobei natürlich der Sauerstoffverbrauch des Parasiten in der Muschel nicht auszuschließen war. Um festzustellen, ob die Muschel tatsächlich durch den Parasitenbefall einen erhöhten Sauerstoffverbrauch hat, wurden isolierte Gewebstücke der Mitteldarmdrüse unbefallener und befallener Muscheln in der Warburg-Apparatur auf ihren Sauerstoffverbrauch untersucht. Hierbei zeigte sich, daß befallene Muscheln 25,24 cmm und unbefallene Muscheln 21,77 cmm Sauerstoff pro Gramm Gewebssubstanz in der Stunde verbrauchen, die befallenen also einen um 16 % erhöhten Sauerstoffbedarf hatten.

Wenn zwischen den Ergebnissen des ersten Versuches und den Ergebnissen, die an isoliertem Gewebe gewonnen wurden, ein zahlenmäßiger Unterschied in der Steigerung des Sauerstoffverbrauches besteht, so liegt dies an den unterschiedlichen Versuchsbedingungen.

Im ersten Falle wurden lebende Muscheln verwendet, im letzteren nur ein Gewebsbrei der Muscheln. Abgesehen davon spielt bei der Atmung aber auch die Jahreszeit, in der die Versuche angestellt wurden, eine große Rolle, wie Bruce (2) nachgewiesen hat. Danach nimmt die Atmung der Muscheln von März bis Juni um etwa 30 % gegenüber den Wintermonaten zu, um vom Juli an um den gleichen Wert wieder abzunehmen, bis im November ein ähnlich geringer Sauerstoffverbrauch zu verzeichnen ist, wie in den Monaten Dezember bis Februar. Die ersten Versuche mit lebenden Muscheln wurden im Frühjahr vor der Laichreife ausgeführt, also zu einer Jahreszeit, in der der O<sub>2</sub>-Bedarf der Muscheln am größten ist. Die letzten Versuche, die mit der Warburgapparatur angestellt wurden, fanden im Winter (Januar bis Februar) statt, also zu einer Zeit geringen Sauerstoffverbrauches.

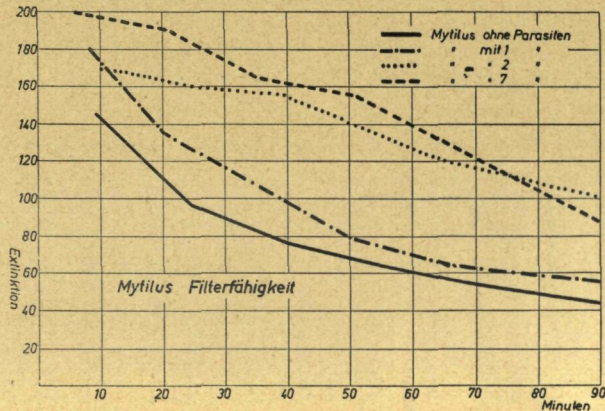
#### f) Filterfähigkeit der Muscheln:

Aus der Tatsache, daß der Parasitenbefall bei der Muschel eine mehr oder weniger große Stoffwechselbeschleunigung hervorruft, hätte man eigentlich auf eine erhöhte Filterfähigkeit schließen müssen. Das war aber nicht der Fall, sondern sie wurde im Gegenteil herabgesetzt. Die Versuchsanordnung war ähnlich, wie sie Haranahy (4) bei seinem Versuch anwandte: Durch Zusatz einiger Tropfen Perltsche wurde normales Seewasser gleichmäßig getrübt und eine Reihe Bechergläser von 500 ccm Inhalt mit diesem getrühten Wasser 5 cm hoch angefüllt. Die Gläser wurden dann mit je einer Muschel besetzt und die Abnahme der Trübung mit dem Photometer verfolgt. Die infolge der Filtertätigkeit der Muschel eintretende Reinigung des Wassers wurde mit dem Filter S 72 bei einer Schichtdecke von 5 cm beobachtet. Die Ablesung der Extinktionswerte  $E$  erfolgte in Zeiträumen von 10 bis 15 Minuten. Nach Beendigung einer jeden Versuchsreihe wurden die Muscheln abgetötet und in bekannter Weise gemessen, gewogen und auf ihren Befall mit *Mytilicola* untersucht. In Abb. 8 sind einige Ergebnisse ausgewählt und dargestellt, wobei auf der Senkrechten die Extinktionswerte  $E \times 100$  und auf der Waagerechten die Zeit in Minuten beginnend mit Versuchsanfang aufgetragen sind. Aus dem Verlauf der Kurven geht hervor, daß bei den gegebenen Bedingungen eine gesunde Muschel eine Trübung innerhalb 20 Minuten auf die Hälfte herab-



setzen kann, eine mit einem Parasiten befallene Muschel benötigt dazu schon 40 Min., stärker befallene Muscheln erreichen den gleichen Entrübungseffekt erst in der vier- bis fünffachen Zeit. Die Versuche zeigen also ganz deutlich, daß der Parasitenbefall den Filtermechanismus der Muschel schädigt und zwar um so mehr, je stärker die Muschel befallen ist.

Abb. 8



Filterfähigkeit bei befallenen und unbefallenen Muscheln.  
(Näheres im Text)

#### g) Zusammenfassung der Ergebnisse:

Die verschiedenen Untersuchungen und Versuche über die physiologischen Leistungen der Muschel geben ein deutliches Bild von der Schädigung, die einen Befall von mehr als drei Parasiten bei der Muschel hervorruft. Die Eiweißverdauung wird beschleunigt, der Sauerstoffbedarf erhöht, gleichzeitig aber die Filtertätigkeit und damit die Nahrungsaufnahme herabgesetzt. Die Folge dieser die Verbrennungsvorgänge im Körper der Muschel beschleunigende, die Nahrungsaufnahme aber behindernde Einwirkung, ist das Auftreten einer Unterbilanz im Stoffaufbau der Muscheln, die ihrerseits wieder in der Weise sich auswirkt, daß die Körpersubstanz der Muschel angegriffen wird. Mit anderen Worten: der Eiweiß- und Fettgehalt der befallenen Muscheln vermindert sich und die Muschel verliert an Fleisch. Wir haben hier ähnliche Abläufe vor uns, wie sie bei dem Befall der Kalt- und Warmblütler mit Wurmparasiten im Darm aufzutreten pflegen. Bei geringem *Mytilicolabefall* nimmt gewöhnlich nur der Fleischgehalt der Muscheln ab. Bei starkem Befall können die Störungen der Stoffwechselvorgänge den Tod der Muscheln bewirken. Besonders gefährdet ist in dieser Hinsicht die Muschelbrut. Wenn nämlich bei der erwachsenen Muschel nur der Betriebsstoffwechsel beeinträchtigt wird, wird bei der Brut der für die Erhaltung der Jungmuschel besonders wichtige Aufbaustoffwechsel empfindlich gestört.

#### 3. Schädigung der Betrossung, Veränderung der Lagerfähigkeit und das Aussehen der Muschel.

Die Betrossung der Muschel leidet durch den *Mytilicolabefall* anscheinend keine Beeinträchtigung. Um das festzustellen, wurden Muscheln aus befallenen und unbefallenen Gebieten getrennt in Aquarien gesetzt und zum Anheften ihrer Byssusfäden Steine zur Verfügung gestellt. Wenn die Muschel sich angeheftet hatte — was gewöhnlich in wenigen Tagen der Fall war — wurden die Steine mit den Muscheln vorsichtig herausgenommen und jeder Stein an einer Stativklemme festgeklammert, so daß die am Stein angeheftete Muschel an ihren Byssusfäden aufgehängt war. Dann wurden über die Muscheln zwei Haken geschoben, die einen Becher trugen. Der Becher wurde auf einer Bürette mit Leitungswasser tropfenweise gefüllt, bis die Byssusfäden abrissen.



Dann wurde das Gewicht der Muscheln und die Zahl der Byssusfäden, die die Muschel getragen hatten, bestimmt. Das Gewicht des Bechers, der Haken und der eingefüllten Wassermenge war bekannt. Die Gesamtsumme der einzelnen Gewichte ergab dann das Gewicht, das die Byssusfäden halten konnten. In zahlreichen Versuchen konnte nachgewiesen werden, daß eine Abhängigkeit der Reißfestigkeit der Byssusfäden vom Parasitenbefall nicht besteht. Wahrscheinlich werden die vor dem Befall ausgebildeten Byssusfäden nachträglich nicht mehr verändert. Ob aber die Neubildung von Byssusfäden nach erfolgtem Befall beeinflußt, oder ihre Konsistenz verändert wird, ist bisher noch nicht geklärt.

Da die Lagerfähigkeit der Muscheln in wirtschaftlicher Hinsicht von Bedeutung ist, wurden auch darüber Versuche angestellt: In einem geschlossenen Raum mit bekannter gleichbleibender Luftfeuchtigkeit (39—45 %) und Temperatur (22—23,5°) wurde eine größere Anzahl befallener und unbefallener Muscheln in flache trockene Schalen ausgebreitet und täglich kontrolliert. Abgestorbene Muscheln wurden abgesucht und auf ihren Parasitenbefall untersucht. Trotz vieler Versuche wurde kein Unterschied hinsichtlich der Lagerfähigkeit befallener und nichtbefallener Muscheln bemerkt.

Verschiedentlich ist versucht worden, Beziehungen zwischen dem Aussehen des Muschelfleisches, also Farbe und auch Konsistenz des Fleisches und dem Parasitenbefall zu finden. Derartige Versuche sind zwecklos. Nach unseren Erfahrungen ist das Aussehen des Fleisches auch bei gesunden Muscheln sehr unterschiedlich. Es richtet sich nach der Nahrung und den Laichverhältnissen der Muscheln. Ebenso beeinflußt der Untergrund, auf dem die Muschel gewachsen ist, die Farbe des Fleisches. Auch die Farbe der Mitteldarmdrüse richtet sich nach Art der Nahrung, dem Allgemeinzustand der Muscheln und nicht zuletzt auch nach dem Füllungsgrad des Darmes. Dieser ist im allgemeinen sehr unterschiedlich und hängt davon ab, zu welchem Zeitpunkt nach der letzten Nahrungsaufnahme die Untersuchung vorgenommen wird. Eindeutige Werte lassen sich nur dann finden, wenn der Fleischgehalt, die Fleischzusammensetzung oder das Gewicht der Mitteldarmdrüse zahlenmäßig festgehalten werden.

#### *V. Epidemiologie und Bekämpfungsmöglichkeiten*

Nach den vorliegenden Befunden kann als erwiesen gelten, daß zwischen der Vernichtung der *Mytilus*-bestände und dem Massenbefall der Miesmuscheln kausale Zusammenhänge bestehen und daß diese Parasitierung der Muscheln epidemiologischen Gesetzmäßigkeiten unterliegt. Man kann also annehmen, daß der gegenwärtige Zustand, in dem sich unsere *Mytilus*-bestände in Europa befinden, zeitlich begrenzt ist und daß die Gradation bald wieder abklingt. Z. Z. ist noch nicht ersichtlich, ob die Epidemie sich im Anfangsstadium befindet, oder ob sie bereits den Scheitelpunkt ihrer Kurve überschritten hat. Die Klärung dieser Frage dürfte Ende des Jahres zu erwarten sein, wenn wir wissen, wie sich die Parasitierungsverhältnisse in dem im vorigen Jahr befallenen Muschelgebiet Ostfrieslands und des benachbarten Hollands gestalten, und ob der Massenbefall sich in diesem Jahre noch auf die nichtbefallenen Gebiete Schleswig-Holsteins ausdehnt.

Über die zeitliche Ausdehnung der Epidemie lassen sich ebenfalls noch keine genaueren Angaben machen. Erfahrungen darüber liegen nicht vor. Sollte unsere Vermutung aber zu Recht bestehen, daß nämlich der *Mytilicola*-befall nicht der erste dieser Art in unseren Gewässern ist, sondern daß die in gewissen größeren Zeitabschnitten immer wieder auftretenden „Seuchen“ auch auf eine Massenvermehrung von *Mytilicola* zurückzuführen sind, dürfte die jetzige Epidemie sehr bald ihr Ende finden. Denn alle bisher beobachteten Muschelseuchen dauerten immer nur wenige Jahre.



Die Neubesiedlung erfolgt, wie wir aus den Jahren nach dem Krieg wissen (1), außerordentlich schnell, so daß die Bestände zwei Jahre nach Erlöschen des *Mytilicolabefalles* wieder aufgefüllt sein können.

Allerdings wird *Mytilicola* auch nach Erlöschen der Epidemie nicht ganz aus unseren Küstengewässern verschwinden, sondern wie auch vorher immer in vereinzelt Exemplaren in der Miesmuschel parasitieren (3).

Die Ursache der Massenvermehrung von *Mytilicola* wird kaum zu finden sein, wie das ja meistens bei derartigen Epidemien der Fall ist. Eine Bekämpfung wird ebenfalls kaum möglich sein. Biologische Feinde sind unbekannt. Chemische Bekämpfungsmaßnahmen werden höchstwahrscheinlich an der technischen Undurchführbarkeit scheitern und ob Maßnahmen zur Verhütung von Parasitenverschleppung wie sie von Schleswig-Holstein durchgeführt werden (5), Erfolg haben, steht ebenfalls dahin. Denn, wie wir bereits feststellten, liegt eine Verfrachtung der *Mytilicolalarven* immer im Bereich des Möglichen.

#### VI. Wirtschaftliche Folgen.

Durch die *Mytilicola*-Epidemie haben sich die Verhältnisse in der Muschelwirtschaft Nordwest-Europas vollständig geändert. Holland, der größte Muschelproduzent, war im letzten Jahr nicht mehr in der Lage, den Muschelmarkt in Paris genügend zu versorgen. Einmal waren durch die im Jahre zuvor erfolgte Parasitierung der Muscheln die Erträge stark abgesunken, zum andern verbot Frankreich die Einfuhr *mytilicola*-behafteter holländischer Muscheln. Als auch die französischen Muschelerträge zurückgingen, ergab sich das Novum, daß neben der dänischen, auch die deutsche Muschel, die bisher kaum nach Frankreich ausgeführt wurde, am Pariser Markt gefragt war. Infolge unkontrollierter Verfrachtung befallener deutscher Muscheln aus dem Raum Borkum nach Holland und von dort weiter nach Paris, konnten leider die großen Möglichkeiten, die sich dem deutschen Export boten, nicht ausgenutzt werden. Denn Frankreich verbot auf Grund der über Holland nach Frankreich gegangenen *mytilicola*-befallener Muscheln auch die Einfuhr deutscher Muscheln. Erst im Dezember 1950 konnten diese Schwierigkeiten durch den Chef der französischen Sanitätskontrolle, Dr. Lambert, Paris, behoben werden. Da inzwischen das Verbot, deutsche Muscheln nach Frankreich auszuführen, von der französischen Regierung aufgehoben und deutscherseits die Verpflichtung eingegangen wurde, die zum Export vorgesehenen Muscheln mit einem Zertifikat zu versehen, ist zu erwarten, daß die Exportmöglichkeit in der kommenden Muschelsaison von Deutschland besser ausgenutzt wird.

#### VII. Zusammenfassung

Es werden nähere Angaben gemacht über den epidemischen Befall von *Mytilus edulis* durch den parasitischen Copepoden *Mytilicola intestinalis* in Nordwest-Europa (insbesondere im deutschen Wattengebiet) und die wirtschaftlichen Folgen, die die *Mytilicola*-Epidemie auf den europäischen Muschelmarkt hat. Physiologische Untersuchungen ergeben den Nachweis, daß die Schädigung von *Mytilicola intestinalis* groß ist und teilweise zum Tode führt. Die Schädigung der Muschel besteht im wesentlichen in der Veränderung ihres Stoffwechselhaushaltes: Die Eiweißverdauung wird beschleunigt, der Sauerstoffbedarf erhöht, gleichzeitig aber die Filterfähigkeit und damit die Nahrungsaufnahme herabgesetzt. Die Folge ist eine Unterbilanz im Stoffaufbau der Muscheln und damit ein verringerter Fleischansatz.

Eine Schädigung der Betrossung wird durch den Befall nicht bewirkt, ebenso bleiben Lagerfähigkeit und Aussehen der Muscheln unverändert.



Es wird die Vermutung ausgesprochen, daß die früher schon beobachteten „Seuchen“ in den *Mytilus*-beständen auch auf *Mytilicola*-Befall zurückzuführen sind. Über den weiteren Verlauf der *Mytilicola*-epidemie läßt sich vor Ablauf dieses Jahres nichts Endgültiges sagen.

Die Ursachen der Massenvermehrung sind nicht bekannt. Eine biologische und chemische Bekämpfung ist kaum möglich, ebenso sind Maßnahmen zur Verhütung von Parasitenverschleppung von zweifelhaftem Erfolg.

Die wirtschaftlichen Folgen des *Mytilicola*-befalles der Miesmuschelbestände Nordwest-Europas werden näher beschrieben.

### VIII. Summary

Detailed informations are given as to the epidemic appearance of the parasite Copepode *Mytilicola intestinalis* with *Mytilus edulis* in northwestern Europe (in particular at the shallow sands in German inshore waters) and the economic effect of the *Mytilus*-disease to the European mussel trade. Thorough physiologic investigations are proving that the damaging affect of *Mytilicola intestinalis* is a change of metabolism: the digestion of protein is accelerated, the need of oxygen is increased, but at the same time the filtering ability and consequently the acceptance of food, is decreased. The result is a deficient growths of the mussels, i. e. a decreased development of flesh.

The adhering threads (byssus = „Betrossung“) are not damaged by the disease. Moreover, the appearance of the mussels and their storing ability remain unchanged.

It is supposed that the already previously ascertained diseases of the *Mytilus* stocks had also been caused by *Mytilicola intestinalis*. No final conclusions can be made on the further development of the disease before the end of this year.

The reasons for the enormous increase are not known. A biologic and chemical combatment is rather impossible and the action taken to prevent a spreading of the parasite will have a doubtful success.

The economic effects of the *Mytilicola* disease of the *Mytilus edulis* stocks in northwestern Europe are described in detail.

### IX. Schrifttum

1. Bahr, C.: „Das Verhalten der Miesmuschel (*Mytilus edulis*) bei Frosteinwirkung und Wasserentzug.“ Arch. f. Fischereiwissenschaft, Bd. II, H. 3/4, 1951.
2. Bruce, G. R.: „The respiratory exchange of the mussel (*Mytilus edulis*).“ The Biochem. Journal. 20. 1926.
3. Caspers, H.: „Über Vorkommen und Metamorphose von *Mytilicola intestinalis* Steuer (Copepoda paras.) in der südlichen Nordsee.“ Zool. Anz. 126 1939
4. Haranghy, L. v.: „Die Muschelvergiftung als biologisches Problem auf Grund der neueren diesbezüglichen Ursachenforschung.“ Helgol. Wiss. Meeresunters. Bd. 2, 1939—42.
5. Heidrich, H.: „Die Miesmuschelwirtschaft an der Schleswig-Holsteinischen Westküste.“ Fischereiwelt, 1951, H. 3.
6. Lambert, L.: „Un parasite de la moule: le *Mytilicola intestinalis* ou Cop rouge.“ La Pêches maritime 29. 1950.
7. Mann, H.: „Über die proteolytische Verdauung von *Mya arenaria*.“ Verhandlg. Deutsch. Zoolog. Mainz 1949.
8. Odellough, T. O.: „The effect of the copepod, *Mytilicola orientalis*, upon the Olympia Oyster, *Ostrea Lurida*.“ Transactions of the American Microscopical Society 65, 1946.
9. Pesta, O.: „Die Metamorphose von *Mytilicola intestinalis*.“ Zschr. f. wiss. Zool. 88, 1907.
10. Steuer, A.: „*Mytilicola intestinalis* n. gen. n. sp.“ Arbeiten aus den Zool. Instituten d. Univ. Wien, 15, 1902.