

Was den Kabeljau-Nachwuchs betrifft, bestätigte sich bereits auf der "So-
lea"-Reise im November/Dezember 1982 der schon aus anderen Untersu-
chungen gewonnene Eindruck, daß der Kabeljaujahrgang 1982 in der Deut-
schen Bucht nur in geringen Stückzahlen vorkommt. Während dieser Un-
tersuchungsfahrt wurden im küstennahen und küstenferneren Bereich vor
Schleswig-Holstein und Niedersachsen mit engmaschigen Netzen in 21 von
33 Hols weniger als 100 Kabeljau der 0-Gruppe und nur in 2 Hols mehr als
500 bis maximal 900 Jungtiere pro Schleppstunde gefangen. Die stärkeren
Konzentrationen lagen nordwestlich Sylt und nordöstlich der Emsmündung,
bei Helgoland wurden pro Std. Schleppzeit weniger als 20 0-Gruppen-
Tiere gezählt (s. Abb. 2).

Ebenfalls konnten im Januar 1983 nur auf den in (Abb. 1) wiedergegebenen,
mit einem Kreis versehenen Stationen geringe Mengen dieser Jungkabeljau
(ab 1. Jan. I Gruppe genannt) angetroffen werden, obwohl diese Alters-
gruppe in den Vorjahresfängen zur gleichen Zeit im gleichen Gebiet in je-
dem Hol regelmäßig vertreten war. Damit dürfte sicher sein, daß diese
zur nächsten Kabeljausaison zu marktfähigen Fischen herangewachsenen
Kabeljau ebenfalls nur schwach in den Fängen vertreten sein werden und
daß sich die Kutterfischerei in diesem Gebiet auf ältere Jahrgänge stüt-
zen muß, die aber erfahrungsgemäß durch die recht hohe internationale
Fischereiintensität zu diesem Zeitpunkt bereits stark dezimiert sind.

G. Rauck und F. Lamp
Institut für Küsten- und Binnenfischerei
Hamburg

Schwarzflecken der Garnelen - Umweltproblem, Krankheit oder Verletzung?

Seit einigen Jahren werden in den Fängen von Nordseegarnelen (Crangon
crangon) zunehmend Tiere in recht hohen Prozentsätzen mit schwarz-brau-
nen Flecken an Körper und Extremitäten beobachtet. Für die deutsche
Nordseeküste wurde 1968 ein Befall zwischen 14 und 21 % festgestellt,
zwischen Juni 1979 und Juli 1980 lag er im Bereich von 3 bis 31 % (MEIX-
NER, 1968; Dethlefsen unveröff., 1981).

Neueste Ergebnisse vom Juni bis August 1982 ergaben für die Nordsee-
küste einen Befall von 16 % bei Sylt, 20 % in der Elbmündung vor Cuxhaven
und 22% in Greetsiel an der Emsmündung (SEITZ, pers. Mitt.). Während
dieser Untersuchung wiesen maximal 31 % der untersuchten Garnelen
schwarze Flecken am Körper und an den Extremitäten auf. Auch an anderen
europäischen Küsten werden Garnelen mit solchen Flecken gefangen. So
wurde an der belgischen Küste zwischen 1973 und 1976 im Durchschnitt
ein Befall von 20 % ermittelt (VERVOORT et al., 1980).

Ob diese Krankheit erst seit der Zeit auftritt, seit der sie in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben worden ist, bleibt fraglich, da es häufiger vorkommt, daß Dinge übersehen werden, nach denen nicht gezielt geforscht wird. Andererseits wurde MEIXNER (1968) im Rahmen biologischer Untersuchungen der Garnele auf diese Erscheinung aufmerksam. Zudem gibt es in älteren Arbeiten über die Ökologie der Nordseegarnele, die 1939 von PLAGMANN und 1954 von TIEWS veröffentlicht wurden, keinerlei Hinweise auf das Vorkommen von Schwarzflecken. Berichte über fleckige Veränderungen des Panzers gibt es bei anderen Krebsarten im Salz- wie im Süßwasser. Sie wurden unter Namen wie "Braunflecken-", "Rost- oder Brandfleckenkrankheit" beschrieben. Allen gemeinsam ist eine punktuelle flächige Zerstörung des Außenskeletts unter dunkler Verfärbung der betroffenen Stellen (MANN und PIEPLOW, 1938; ROSEN, 1970; SINDERMANN, 1970). Als mögliche Ursachen dieser Krankheit wurden Verletzungen und Abschürfungen angenommen, die die Herde für die folgenden Entzündungen bilden.

Die Entwicklung der Schwarzflecken verläuft in der Regel folgendermaßen:

Anfangs sind millimetergroße rundliche braune Punkte zu erkennen, die sich auf Flächen von mehreren Quadratmillimetern ausdehnen und in ihrem Zentrum kraterförmige Zerstörungen des Panzers aufweisen, die sich bis auf die darunterliegende Muskulatur erstrecken können. Die befallenen Stellen des Außenskeletts können nach der nächsten Häutung verschwinden oder sich sogar noch vergrößern, was davon abhängt, in welcher Phase des Häutungszyklus die Infektion stattfand (VERVOORT et al., 1980).

Zahlreiche Untersuchungen zeigen, daß die Krankheit häufig tödlich verläuft. Wenn die geschwürige Zerstörung des Panzers bis in die darunterliegende Haut vorgedrungen ist, kann es durch die eindringenden Bakterien zu einer Blutvergiftung kommen. Dies tritt besonders schnell bei einem Befall der Kiemen ein (BAROSS et al., 1978; YOUNG und PEARCE, 1975; RAMIREZ et al., 1980).

Bei Versuchen an befallenen Garnelen zeigte sich, daß die Sterblichkeit kranker Tiere eindeutig höher war, als die der gesunden. Zudem steigt die Sterblichkeit mit der Fleckengröße und wird durch die Wasserqualität beeinflusst. Im Kreislaufsystem (schlechtere Wasserqualität) ist die Sterblichkeit höher als im Durchfluß (DETHLEFSEN unveröff., 1981). Bei den Versuchen, mögliche Erreger zu isolieren, konnten an verschiedenen Krebsen Pilze (MANN und PIEPLOW, 1938) oder chitinspaltende Bakterien nachgewiesen werden (ROSEN, 1970; ANDERSON und CONROY, 1968).

Doch gelang nur mit Pilzen eine künstliche Infektion, dagegen gibt es trotz zahlreicher Versuche nur einen Fall, in dem dieses nach mechanischer Verletzung des Panzers auch mit Bakterien gelang (BRIGHT et al., 1960).

Bei der Nordseegarnele wurden sowohl Pilze (erwähnt bei SCHLOTFELDT, 1972) als auch chitinspaltende Bakterien isoliert (VERVOORT et al., 1980). Belgische Wissenschaftler, die an der Garnele künstliche Infektionen

hervorrufen wollten, konnten mit isolierten chitinspaltenden Bakterien auf intaktem Panzer keinerlei Schwarzflecken hervorrufen. Sie nehmen daher an, daß es sich um Verletzungen oder Abschürfungen handelt, in die nachträglich Bakterien eindringen, die die Zerstörungen bewirken. Daher schlugen sie vor, das Vorkommen von Schwarzflecken nicht länger als Krankheit zu bezeichnen (VERVOORT et al., 1980).

Tatsächlich unterliegt der Panzer der Garnele aus verschiedenen Gründen ständig Abschürfungen und Verletzungen:

1. Durch die Lebensweise am Boden
2. Sind vor allem größere Garnelen stark kannibalistisch, wodurch Verletzungen an den Extremitäten hervorgerufen werden können.
3. Besteht die Möglichkeit, daß durch die Fischerei selbst zahlreiche Verletzungen hervorgerufen werden. Doch wie die belgischen Untersuchungen ebenfalls gezeigt haben, ist keinerlei Zusammenhang zwischen intensiver Fischerei und dem Vorkommen von Schwarzflecken herzustellen (VERVOORT et al., 1980).

Um nun die Frage zu klären, ob es sich um die Folgen von Verletzungen oder eine Krankheit handelt, ist es notwendig, sich kurz die Struktur des Garnelenpanzers und die Fähigkeiten, mit Verletzungen fertig zu werden, vor Augen zu führen.

Bekanntlich besitzen die Garnelen zahlreiche Heilungsmechanismen, um kleinere Wunden schnell zu verschließen. Sie können sogar abgetrennte Extremitäten innerhalb kurzer Zeit vollständig regenerieren. In diesen Fällen bildet sich Schorf, der als braun-schwarzer Fleck erscheint und die Wunde verschließt. Das heißt, eine Braunfärbung des Panzers deutet einen Abwehr- und Heilungsprozess an (BLISS, 1960; HACKMANN, 1971). Entscheidend ist also bei der Frage Verletzung oder Krankheit nicht die bloße Existenz von schwarzen Flecken, sondern, ob es in deren Zentrum zur Zerstörung der Cuticula kommt. Dies ist keineswegs ein normaler Vorgang, sondern Ausdruck dafür, daß sich die Verletzung nachträglich durch das Eindringen krankheitserregender Keime entzündet hat.

Wie dies zu erklären ist, läßt sich kurz am Aufbau des Garnelenpanzers erläutern. Dieser besteht im wesentlichen aus zwei Schichten: Der Epicuticula, die aus einem Harz (Polyphenolen) aufgebaut ist, ständigen Abschürfungen unterliegt und daher besonders an den Beinen kontinuierlich nachgebildet wird (DENNELL, 1960) und der Endocuticula, die hauptsächlich aus Chitin besteht und um ein Vielfaches dicker ist. In beiden ist Kalk eingelagert, um dem Panzer größere Festigkeit zu verleihen. Die Epicuticula kann kaum oder nur sehr langsam von Bakterien angegriffen werden. Zum Chitinabbau sind aber eine ganze Reihe von Bakterien und Pilzen in der Lage, darunter auch krankheitserregende, sowie solche, die normalerweise auf toten Tieren oder abgeworfenen Hüllen zu finden sind.

Versuche zeigten, daß die Anwesenheit solcher Keime im Wasser eine entscheidende Rolle spielten: Setzt man Aquarienwasser Klärschlamm zu,

der eine große Zahl von Mikroorganismen enthält, entstehen Schwarzflecken. Mischt man dagegen Antibiotika in das Wasser eines Aquariums mit befallenen Tieren, verschwinden die Flecken (GOPALAN und YOUNG, 1975).

Entscheidend für die Vermehrung von Bakterien ist der Nährstoffgehalt des umgebenden Wassers. Die europäischen Wattenmeere sind von Natur aus nährstoffreiche Gebiete, doch wurden sie in den letzten Jahren zusätzlich belastet. Wie dies für die Tokioer Bucht gezeigt wurde, bewirken solche Düngungen auch eine kräftige Vermehrung krankheitserregender Bakterien (SIMUDA und TAGA, 1974).

Wenn also zunehmend Verletzungen der Epicuticula nicht mehr regeneriert werden, sondern sich entzünden und die Anzahl krankheitserregender Bakterien und Pilze so zugenommen hat, daß die Epicuticula als äußerste Schutzschicht nicht mehr voll wirksam ist, kann dies der Effekt einer Gewässerverschmutzung mit eutrophierenden Substanzen sein.

Die Geschwürkrankheit des Kabeljau, die vielerlei Ähnlichkeiten mit den Schwarzflecken der Garnelen hat, wurde insbesondere in der Nähe von Einleitungen aus Papier- und Zuckerfabriken gefunden, die einen eindeutig eutrophierenden Effekt auf krankheitserregende Bakterien hatten. In den gleichen Gebieten wurden diese Bakterien (Vibrionen) wesentlich häufiger auf den Kiemen von Garnelen gefunden als es in relativ unbelasteten Vergleichsgebieten der Fall war (LARSEN und JENSEN, 1978). Den Ausbruch der Geschwürkrankheit erklärt man sich damit, daß die hohen Bakteriendichten in den verschmutzten Gebieten einen verstärkten Infektionsdruck auf die Fische ausüben. Zusätzlich gibt es zahlreiche Hinweise, daß neben hohen Bakteriendichten auch verschiedene Schadstoffe an der Erregung der Schwarzfleckenkrankheit beteiligt sind oder diese fördern können. YOUNG und PEARCE fanden 1975 hohe Befallsraten in der New Yorker Bucht in der Nähe von Klärschlamm- und Baggergutverklappungen, wo Krebse und Hummer vor allem an den Endgliedern der Beine Schwarzflecken zeigten. Dagegen wurden in relativ unbelasteten Vergleichsgebieten nur selten befallene Tiere gefunden.

Auch hier konnte die Krankheit im Experiment nach sechswöchiger Hälterung mit Klärschlamm künstlich erzeugt werden. Im gleichen Jahr wurde von Befallsraten bis zu 30 % aus besonders verschmutzten Gebieten der New Yorker Bucht berichtet (GOPALAN und YOUNG, 1975). Schon 1972 hatte SCHLOTFELDT festgestellt, daß in Aquariumsversuchen durch den Zusatz von Tensiden (Bestandteile von Waschmitteln) die Flecken innerhalb eines Monats deutlich größer wurden.

Auch als Folge von Ölverseuchungen wurden Schwarzflecken beobachtet (YARBROUGH und MINCHEW, 1975).

Ein Jahr nach der Ölkatastrophe vor der bretonischen Küste traten Schwarzflecken an Strandkrabben auf (RAMIREZ et al., 1980), was in dieser Region vorher noch nie beobachtet worden war.

COUCH und LIGHTNER stellten 1977 fest, daß sich Schwarzflecken durch Zusatz von Cadmium experimentell erzeugen lassen und äußerten die Vermutung, daß erhöhte Gehalte verschiedener Schwermetalle die Krankheit verursachen könnten (COUCH, 1979).

Es gibt also eine ganze Reihe von Schadstoffen, die die Krankheit fördern oder für ihren Ausbruch verantwortlich sind. Viele der genannten Substanzen sind in der Deutschen Bucht und in erhöhten Konzentrationen in den Küstengewässern und Wattenmeeren zu finden. So läßt sich bei dem jetzigen Kenntnisstand zusammenfassend feststellen:

- Die Schwarzflecken der Garnelen als reine Verletzungserscheinung anzusehen, bedeutet sicherlich eine unzulässige Vereinfachung.
- Zweifellos besteht die Möglichkeit, daß ein gewisser Prozentsatz der Panzerzerstörungen ursprünglich kleinere Verletzungen waren. Deren Entwicklung zu einem Geschwür zeigt an, daß der normale Wundheilungsprozeß nicht mehr voll wirksam werden kann und die natürliche Regenerationsfähigkeit der Garnele gestört ist.
- Es ist eindeutig, daß Bakterien und Pilze die Zersetzungen des Außenskeletts verursachen. Doch brauchen diese eine "Eintrittspforte" und müssen in solchen Mengen vorhanden sein, daß die Immunmechanismen der Garnelen überwunden werden können.
- Daher sind sowohl schadstoffbedingte Auflösungen oder Beeinflussungen als auch mechanische Verletzungen der Epicuticula die entscheidenden Voraussetzungen für eine Infektion. Ob diese harmlos verläuft oder sich zum Geschwür entwickelt, hängt vom Infektionsdruck, also dem Vorkommen krankheitserregender Bakterien und Pilze ab.
- Die Schwarzfleckenkrankheit könnte also aus einem Zusammenspiel zwischen Schadstoffen und Erregern entstehen.
Da die Krankheit einen negativen Einfluß auf die Garnelenbestände ausübt, sind Maßnahmen zur Verringerung der Befallsraten zu erwägen. Diese sind aufgrund der genannten Zusammenhänge vor allem in der Verbesserung der Qualität der Küstengewässer und Wattenmeere zu ergreifen.

ZITIERTE LITERATUR:

- ANDERSON, J.; CONROY, D.: Significance of disease in preliminary attempts to raise Crustacea in sea water. III. Symp. de la Commission de l'Office Intern. des Epizootics pour l'Etude des Maladies des Poissons, 1968.
- BLISS, D.E.: Autotomy and Regeneration. In WATERMANN, T.H. (ed.): Physiology of Crustacea. Vol. I. New York, London: Academic Press 1960. p. 561 - 589.
- BRIGHT, D.B.; DURHAM, F.E.; KNUDSEN, J.W.: King crab investigations of Cook Inlet, Alaska. U.S. Bur. Comm. Fish. Biol. Lab., Auke Bay, Alaska, Contract Rep. p. 149 - 154, 1960.
- DENNEL, R.: Integument and Exoskeleton. In WATERMANN, T.H. (ed.): Physiology of Crustacea. Vol. I. New York, London: Academic Press

1960. p. 449 - 472
- GOPALAN, U.K.; YOUNG, J.S.: Incidence of shell disease in shrimpp in the New York Bight. *Mar. Poll. Bull.* 6(10): 149 - 152, 1975.
- HACKMAN, R.H.: The integument of arthropoda. In FLORKIN, M.; SCHEER, B.T. (eds): *Chemical Zoology*, Vol. VI, Part B. New York: Academic Press 1971.
- MANN, H.; PIEPLOW, U.: Die Brandfleckenkrankheit bei Krebsen und ihre Erreger. *Z. Fisch.* 36: 225 - 240, 1938.
- MEIXNER, R.: Experimentelle Untersuchungen zur Biologie der Nordsee-garnele Crangon crangon (L.). Diss., Math. Naturwiss., Univ. Hamburg, 1968.
- PLAGMANN, J.: Ernährungsbiologie der Garnele (Crangon vulgaris Fabr.). *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 2: 113 - 162, 1939.
- RAMIREZ-PEREZ, E.; AMARGIER, A.; VAGO, C.: Ulcerations cuticulaires chez les Crustacés Decapodes marins. *C. r. Acad. Sci. Paris* 291, 1980.
- ROSEN, B.: Shell disease of aquatic crustaceans. In SNIESZKO, S. (ed.): *A Symposium on Disease of Fishes and Shellfishes*. Washington D. C.: Am. Fish. Soc. 1970.
- SCHLOTTFELDT, H.: Jahreszeitliche Abhängigkeit der "Schwarzfleckenkrankheit" bei der Garnele, Crangon crangon (L.). *Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.* 22 (3): 397 - 399, 1972.
- SIMUDA, V.; TAGA, N.: Quantitative and qualitative variations of bacterial populations in polluted and nonpolluted marine environment. In: *Prog. 1. Int. Congr. of IAMS, Tokyo*. 1974, p. 395 - 403.
- SINDERMANN, C.J.: *Principal Diseases of Marine Fish and Shellfish*. New York, London: Academic Press 1970.
- TIEWS, K.: Die biologischen Grundlagen der Büsumer Garnelenfischerei. *Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.* 13: 235 - 269, 1954.
- VERVOORT, D.; REDANT, F.; De CLERCK, D.: Causes and incidence of the "black spot disease" on brown shrimp (Crangon crangon). *Coun. Meet. ICES, Shellfish Comm.*, K 34: 1 - 12. 1980.
- YARBROUGH, J.D.; MINCHEW, D.: Histological changes in the shrimp related to chronic exposure to crude oil. In: *Program of the first workshop on the pathology and toxicology of penaeid shrimps*. U.S. EPA, Gulf Breeze, Fla. 1975. 12 p.
- YOUNG, J.S.; PEARCE, J.B.: Shell disease in crabs and lobsters from New York Bight. *Mar. Poll. Bull.* 6 (7): 101 - 105, 1975.

B. Watermann und V. Dethlefsen
Institut für Küsten- und Binnenfischerei
Toxikologisches Laboratorium Cuxhaven