

Paralytische Muschelvergiftungen

Von Sebastian A. Gerlach*

1. Einleitung

Offenbar hat es in den vergangenen hundert Jahren nur einen Fall von paralytischer Vergiftung nach dem Genuß von Muscheln in Deutschland gegeben, der dokumentiert wurde, und dabei handelt es sich um Muschel-Importe aus Vigo in Nordwest-Spanien, die 1976 19 Personen im Rhein-Main-Gebiet erkrankten ließen (SIMON et al., 1977), gleichzeitig mit vielen anderen Menschen in mehreren europäischen Ländern (ZWAHLEN et al., 1977). Seitdem werden die spanischen Muschelzuchtgebiete überwacht. Die Muschelzuchtgebiete im deutschen Wattenmeer haben bisher keine Fälle von paralytischer Muschelvergiftung erzeugt. Aber vor genau hundert Jahren gab es in

Wilhelmshaven sechs Todesfälle nach dem Genuß von Miesmuscheln, *Mytilus edule*, die aus dem Dockhafen von Wilhelmshaven stammten. Von den deutschen Meeresbiologen ist dieses Ereignis inzwischen weitgehend vergessen worden. Es lohnt sich aber, die Erinnerung daran wachzuhalten und erneut die Frage zu stellen, ob sich eine solche Katastrophe auch heute ereignen könnte.

2. Paralytische Muschelvergiftungen in Wilhelmshaven 1880–1887

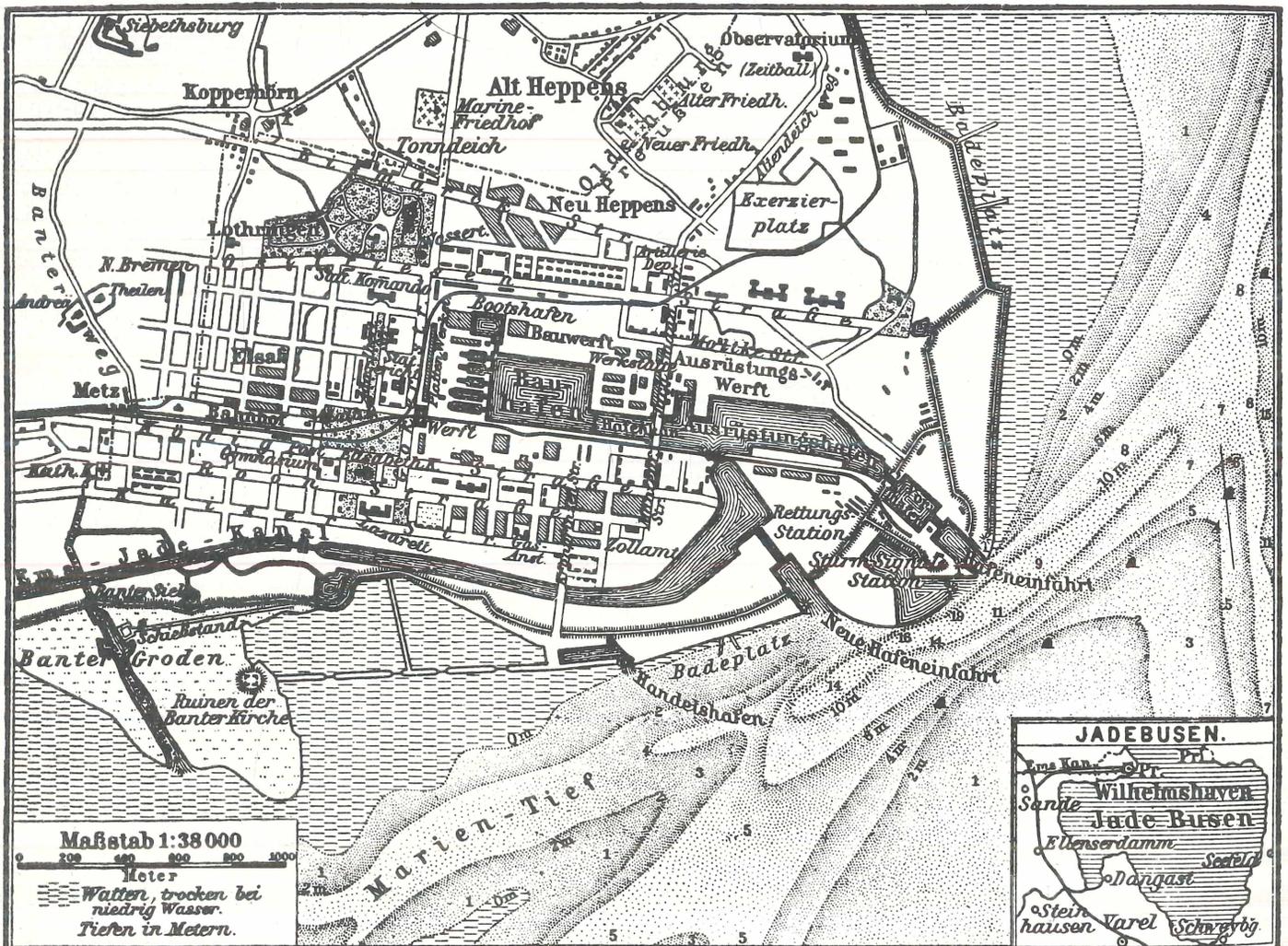
In Wilhelmshaven war 1858 auf Wattenmeer- und Vorlandgelände mit dem Hafenaufbau begonnen worden. 1869 wurde der erste Bauabschnitt vollendet, der Bauhafen (Abb. 1), welcher durch einen etwa 1 km langen Hafenskanal mit dem Vorhafen verbunden war. Dieser war

durch Schleusentore abgesperrt und führte durch die Hafeneinfahrt zur Jade. Zwischen 1876 und 1879 wurde der zunächst schmale Hafenskanal zum Ausrüstungshafen erweitert, und zwischen 1877 und 1886 wurde südlich von den ersten Anlagen der Neue Hafen gebaut, in welchen der Ems-Jade-Kanal mündete und der durch eine Kammerschleuse mit der neuen Hafeneinfahrt verbunden wurde. Eine Verbindung zum Hafenskanal und andere Hafenerweiterungen folgten.

Den Hafenskanal überquerten zwei Schwimmbrücken (Schiffsbrücken). Der Bauhafen war 370 m lang; an der Westseite befanden sich drei Trockendocks und zwei Hellingen für den Schiffsbau. Im Nordwesten gab es einen kleinen Bootshafen (HOLZHAUER, 1909).

Wilhelmshaven war also ein Dockhafen. Der Wasserstand wurde auf Hochwasser-niveau gehalten. Die Schleusen wurden

*) Schriftliche Fassung eines Vortrages, gehalten anlässlich des 75jährigen Jubiläums der Vogelwarte Helgoland, Ostern 1985



Situationsplan von Wilhelmshaven.

Abb. 1 Plan von Wilhelmshaven, aus Meyers Konversations-Lexikon 4. Aufl., Bibliographisches Institut Leipzig und Wien, 1890

nur geöffnet, wenn Schiffe ein- und ausfahren. Die Stagnation des Wassers war im Bauhafen am größten, in der Nähe der Schleuse fand ein gewisser Wasseraustausch statt. Die Stadt Wilhelmshaven war schon damals kanalisiert, und alle Abflüsse wurden direkt in die Jade, nicht in den Hafen geleitet. Auch wurde eine Verunreinigung des Hafens mit Abfällen von den Schiffen oder mit Fäkalien durch strenge Vorschriften verboten; es existierten reichlich Toiletten-Anlagen an Land für die Mannschaften der Schiffe und für die Arbeiter. Wittlinge, Stinte, Meergrundeln, Schollen und Sandgarnele lebten im östlichen Teil des Hafens. Trotzdem wird in zeitgenössischen Berichten das Hafenwasser als verschmutzt angesehen; nahe den Docks an der Westseite wurde Schwefelwasserstoff beobachtet (WOLFF, 1886). In der Zeit der Muschelvergiftungen sollen Fischsterben im Hafen beobachtet worden sein; es wurden geschwächte Aale an der Wasseroberfläche beobachtet (LINDNER, 1888). Der Salzgehalt im Hafenwasser war etwas geringer als der der offenen See.

Am 17. Oktober 1885 wurde in einem Trockendock der Kaiserlichen Werft von Wilhelmshaven ein Wasserprahm von Bewuchs bereinigt. Die von der hölzernen Beplankung abgekratzten Miesmuscheln wurden von Arbeitern der Werft gesammelt und von ihnen und ihren Familien gegessen. Am 20. Oktober 1885 berichtete der Kreisphysikus Dr. Schmidtman im Wilhelmshavener Tageblatt über 19 Erkrankungen, von denen zehn schwerwiegend, vier tödlich waren. Kurz nach dem Genuß der Muscheln, teilweise auch mehrere Stunden danach, zeigte sich ein zusammenschnürendes Gefühl im Halse und auf den Lippen, die Zähne wurden stumpf, als hätte man in einen sauren Apfel gebissen. In den Händen, später auch in den Füßen wurde Prickeln und Brennen empfunden, es stellte sich Duseligkeit im Kopfe ein, ein Gefühl, als ob man fliegen wolle, allgemeine Unruhe, beschleunigter Puls, dann Sprachschwierigkeiten, Taumeln, Erbrechen, Erkalten des Körpers. Schon der Genuß von fünf bis sechs Muscheln hatte heftige Erscheinungen zur Folge. Bei den tödlich verlaufenden Fällen trat der Tod nach 45 Minuten bis fünf Stunden ein. Auch Hühner und Katzen, die von den weggeworfenen Muscheln gegessen hatten, starben (VIRCHOW, 1885).

Durch Injektion von Muschelextrakt in Meerschweinchen und Kaninchen konnte die Giftwirkung experimentell überprüft werden. Im Herbst 1885 waren Muscheln überall in den Hafenbecken giftig, vom Vorhafen bis in die westlichen Teile, am giftigsten jedoch im Gebiet der kleinen (westlichen) Schwimmbrücke und im Bootshafen. Auch Seesterne, die bekanntlich Muscheln fressen, waren giftig. Dagegen waren die Muscheln in der Hafeneinfahrt, also im Gezeitenbereich vor dem Schleusentor, ungiftig (WOLFF, 1887). Die Giftigkeit hielt im Winter

1885/1886 an, ging dann im Frühjahr 1885 zurück und schien im April 1886 erloschen. Allerdings wurden im August 1886 im Vorhafen wieder giftige Miesmuscheln gefunden, ihre Giftigkeit war im September geringer. Zwischen Oktober 1886 und Juli 1887 wurden nur ungiftige Muscheln gefunden.

Jedoch erkrankten Ende September 1887 wieder Menschen nach Muschelgenuß. Die Muscheln stammten von einem eisernen Prahm der großen (östlichen) Schwimmbrücke, die den Hafenkanal überquert. Trotz der Warnungen vor Muschelgenuß hatte ein 52-jähriger Zimmermann 14 abgekochte Muscheln gegessen; er starb sechs Stunden später. Zwei weitere Männer erkrankten, erholten sich aber. Alle Miesmuscheln, welche sich landeinwärts von der äußeren Seeschleuse fanden, waren giftig. Es gab keine Unterschiede zwischen den Muscheln des Bootshafens und des Vorhafens, und auch die Muscheln der Hafeneinfahrt waren (entgegen dem Befund 1885) giftig. Dagegen waren die Muscheln der Jade, der neuen Hafeneinfahrt und des im Tidebereich liegenden Handelshafens ungiftig. Äußerlich ließen sich giftige nicht von ungiftigen Muscheln unterscheiden (SCHMIDTMANN, 1888).

3. Berichte über ähnliche Muschelvergiftungen aus dem Nordseebereich bis 1938

THESEN (1902) berichtete aus Oslo über Vergiftungsfälle mit sehr ähnlichen Symptomen wie in Wilhelmshaven. Die Muscheln waren im Mai 1901 von einer Tonne im inneren Teil des Hafens abgekratzt worden, zwei Personen starben. Die Muscheln waren zwischen Juli und September am giftigsten, als die Verschmutzung des Hafenwassers ihr Maximum erreichte, und sie waren im inneren Teil des Hafens am giftigsten, wo das Hafenwasser am meisten stagnierte.

DODGSON (1928) referiert ausführlich über die Fälle von Wilhelmshaven und Oslo, so daß sie auch für den Leser bekannt wurden, der keine deutschsprachige Literatur verarbeitet. DODGSON stellt auch alle übrigen Fälle von paralytischer Muschelvergiftung zusammen, die ihm aus britischen und irischen Gewässern bekannt geworden waren: Leith 1827, Hartlepool 1857, Tralee 1872, Liverpool 1888, Dublin 1890, Avonmouth 1904, Barry 1909. Leith und Hartlepool liegen an der Nordsee. In Leith starben zwei, in Hartlepool eine Person. Dabei handelte es sich um Muscheln aus kleinen Gewässern, oft aus Dockhäfen. DODGSON vermutet einen Zusammenhang zwischen der Giftigkeit von Miesmuscheln und Sauerstoffmangel in der Umwelt. Aber was immer die wirklichen Ursachen der Giftigkeit seien – seine Schlußfolgerung ist, man soll nur Muscheln essen, die über den Handel aus staatlich kontrollierten Muschelgebieten kommen. Man soll Miesmuscheln nicht selbst irgendwo sammeln, schon

gar nicht aus Hafenbecken und anderen stehenden, in der Regel auch verstopften Küstengewässern.

DODGSON (1928) berichtet über weitere Todesfälle aus dem Nordseegebiet nach dem Genuß von Miesmuscheln, wo die Diagnose »paralytische Muschelvergiftung« wegen abweichender Symptome nicht eindeutig ist. Bemerkenswert ist allerdings der Bericht über die Besatzungsmitglieder eines britischen Dampfers. Sie hatten 1925 bei der Ausfahrt aus Zeebrügge Miesmuscheln von der Schleusenwand gekratzt und gegessen. Alle erkrankten auf der Überfahrt nach England, einer starb; die Symptome deuten auf paralytische Muschelvergiftung. Dieser Bericht ist deshalb bemerkenswert, weil 1938 wiederum über paralytische Muschelvergiftung bei Zeebrügge berichtet wurde.

4. Paralytische Muschelvergiftung durch *Gonyaulax* in Zeebrügge 1938

Im Juni 1938 verursachten Miesmuscheln aus dem 12 km langen Schiffahrtskanal zwischen Brügge und Zeebrügge vier Todesfälle und bewirkten Vergiftungserscheinungen bei 12 weiteren Personen: Motorische und sensible Lähmung, Behinderung des Atmens, Herz- und Kreislaufstörungen (KOCH, 1939, 1940). Inzwischen war durch Untersuchungen an der amerikanischen Westküste bekannt geworden, daß toxische Dinoflagellaten der Gattung *Gonyaulax* Ursache für paralytische Muschelvergiftungen sein können. Der Mäusetest war als Routine-Methode für die Toxizitätsbestimmung eingeführt worden (SOMMER und MEYER, 1937). Eine Mäuse-Einheit (ME) ist die in 100 g Muschelgewebe enthaltene Giftmenge, welche peritoneal injiziert eine 20 g schwere Maus innerhalb von 15 Minuten mit den typischen neurotoxischen Symptomen tötet. Es war Koch möglich, die paralytische Muschelvergiftung darauf zurückzuführen, daß es 1938 im Kanal zwischen Zeebrügge und Brügge die »red tide« einer giftigen Dinoflagellaten-Art gegeben hatte, die unter dem Namen *Pyrodinium phoneus* neu beschrieben wurde. Mit dem Mäusetest wurde ermittelt, daß die Giftigkeit der Miesmuscheln im Kanal Brügge-Zeebrügge sich nach dem Juni 1938 stark verminderte; aber im Juni 1939 war die Giftwirkung sowohl bei Brügge als auch bei Zeebrügge wieder intensiv. Zwischen dem 1. und 5. Juni 1939 wurde eine Blüte des damals *Pyrodinium phoneus* genannten Dinoflagellaten beobachtet, teilweise rostbraune Wolken im Wasser, wieder also »red tide«-Phänomene. Es gelang experimentell, Miesmuscheln mit diesen Dinoflagellaten giftig zu machen. Es gibt also keinen Zweifel, daß die paralytische Muschelvergiftung von Zeebrügge 1938 auf Dinoflagellatengift zurückgeführt werden kann. Leider gibt es keine Angaben darüber, ob das Wasser im Schiffahrtskanal verunreinigt war. Man darf aber wohl

annehmen, daß es als stagnierend, nur durch den Schiffsverkehr aufgerührt bezeichnet werden kann, so daß auch diese Miesmuschelvergiftung auf den Genuß von Miesmuscheln aus stagnierenden Gewässern zurückgeführt werden kann. *Pyrodinium phoneus* ist inzwischen mit *Gonyaulax tamarensis* identifiziert worden. Ich verwende diesen Namen auch für Berichte, die unter dem Namen *Gonyaulax excavata* laufen. Die Taxonomie der giftigen *Gonyaulax*-Arten ist wohl noch im Fluß, und für die weiteren Erörterungen ist nur wesentlich, daß die paralytische Muschelvergiftung durch Toxine verursacht wird, die von planktischen Dinoflagellaten aus der Verwandtschaft von *Gonyaulax tamarensis* unter bestimmten Gegebenheiten gebildet werden und in der Nahrungskette bis zum Menschen weitergereicht werden.

Nachdem zunächst Saxitoxin isoliert und analysiert wurde, sind inzwischen 12 weitere Toxine bekannt, die von *Gonyaulax* gebildet werden (WHO, 1984). Wie andere Dinoflagellaten zeichnet sich *Gonyaulax* dadurch aus, daß die Algen mit ihren Geißeln im Wasser beweglich sind und auf- und absteigen können. Sie bevorzugen geschichtete Wasserverhältnisse und gedeihen schlecht bei turbulenten Wasserverhältnissen. Es handelt sich um typische Sommerformen, die den Winter als Dauerform im Sediment überleben (Abb. 2).

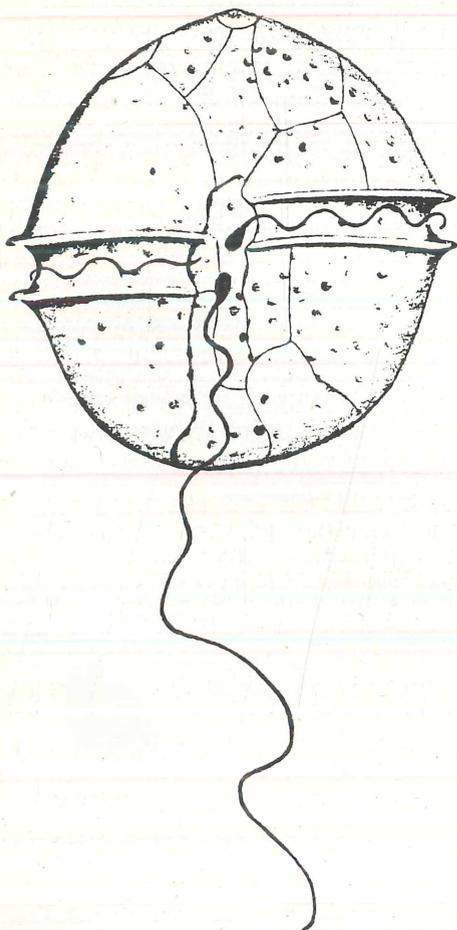


Abb. 2 *Gonyaulax tamarensis*

Durch die paralytische Muschelvergiftung in Zeebrügge 1938 wurde erstmalig für Europa der Zusammenhang mit giftigen Dinoflagellaten-Blüten hergestellt. Zeebrügge lehnt zugleich, daß solche giftigen Blüten auch in abgeschlossenen Gewässern vorkommen. Es wird damit wahrscheinlich, daß auch die Fälle von Wilhelmshaven auf *Gonyaulax tamarensis* zurückzuführen sind, obwohl 1885 nicht von Planktonblüten berichtet wurde.

5. Paralytische Muschelvergiftungen durch *Gonyaulax* in Norwegen und Nordengland

Aus Norwegen waren vor 1981 sechs Fälle von paralytischer Muschelvergiftung bekannt, überwiegend aus abgeschlossenen Gebieten mit Eutrophierung wie dem Oslofjord. Seit 1962 werden die Verhältnisse im Oslofjord überwacht. Am 18. April 1981 erkrankten in Nesset bei Molden acht Menschen, die Muscheln gegessen hatten. An dieser Stelle hatte man in früheren Jahren regelmäßig Muscheln gesammelt und verzehrt, ohne jemals davon krank zu werden, und es gab auch keine Abwassereinleitungen in den Langfjord bei Boggestrand. Die Muscheln stammten aus einem unverschmutzten Fjord, und die Vergiftung fand schon im April statt. Bisher glaubten die Behörden, man sei vor paralytischer Muschelvergiftung sicher, wenn man Muscheln in Monaten ohne Regen meidet und solche aus stagnierenden, verschmutzten Gewässern; man mußte umlernen (LANGELAND et al., 1984).

Von der nordenglischen Nordseeküste war zuletzt 1958 ein Fall von paralytischer Muschelvergiftung bekannt geworden, aus Glasgow, wo Muscheln aus dem Firth of Forth gegessen worden waren. Im Mai 1968 erkrankten dann aber an der nordenglischen Nordseeküste 78 Personen mit den Symptomen der paralytischen Muschelvergiftung. Die meisten hatten gekochte Muscheln über den Handel bezogen. Es wurden Toxizitätsuntersuchungen durchgeführt mit dem Ergebnis, daß in der Gegend von Blyth die Muscheln am giftigsten waren, daß sich aber das Gebiet, in welchem Toxizität nachgewiesen werden konnte, von Bridlington bis Aberdeen hinzog, und daß Muscheln davon betroffen waren, die fern von Verschmutzungsquellen gesammelt wurden. An anderen Küsten von England und Wales wurden dagegen keine giftigen Muscheln gefunden. Im Plankton kam in der fraglichen Zeit *Gonyaulax tamarensis* manchmal in großen Mengen vor, vor allem einige Kilometer von der Küste entfernt. Seitdem werden die Muscheln im Gebiet zwischen Bridlington und Aberdeen regelmäßig auf ihre Toxizität hin untersucht; es wurden in allen Jahren von 1968 bis 1977 giftige Muscheln gefunden, allerdings nicht in derselben Giftigkeit wie 1968, wo die giftigsten Muscheln 50000 Mäuse-Einheiten erreichten. Aber nur in den Jahren 1972 und 1973 blieben

auch die giftigsten gefundenen Muscheln unterhalb der Grenze von 400 Mäuse-Einheiten, welche als bedenklich angesehen wird (AYRES und CULLEN, 1978). Auch nach 1977 sind die Muscheln dort toxisch gewesen.

Gleichzeitig mit den ersten Vergiftungsfällen 1968 beobachtete man, daß Mitte Mai innerhalb weniger Tage 82% der Krähscharben (*Phalacrocorax aristotelis*) starben, die auf den Farne-Inseln brüteten. Es wurden zahlreich auch tote Kormorane (*Ph. carbo*), Alken, Eissturmvögel (*Fulmarus glacialis*) und Seeschwalben gefunden. Von Brieftauben, die am Strand kleine Miesmuscheln gegessen hatten, wird berichtet, daß sie nach der Heimkehr in ihrem Schlag starben (COULSON et al., 1968). Auch 1975, als die Miesmuscheln an der nordenglischen Nordseeküste wieder besonders giftig waren und die Bevölkerung gewarnt worden war, Miesmuscheln zu essen, wurden zahlreich tote Seevögel registriert, und es wird geschätzt, daß diesmal 62% der auf den Farne-Inseln brütenden Krähscharben starben (ARMSTRONG et al., 1978). Krähscharben ernähren sich fast ausschließlich von Fischen und hatten viel Sandaal (*Ammodytes*) gefressen. Vermutlich hatten die Sandaale das Gift vom herbivoren Zooplankton übernommen. An der Atlantikküste Nordamerikas (Massachusetts) starben 1978 brütende Flußseeschwalben (*Sterna hirundo*; NISBETH, 1983). In der Bay of Fundy fand WHITE (1979), daß während einer Blüte von *Gonyaulax* die Toxin-Konzentration im Zooplankton ähnlich hoch war wie in Muscheln.

Wenn plötzlich Seevögel sterben, sollte man das als Warnzeichen erkennen und auf giftige Dinoflagellatenblüten achten. Man sollte vielleicht auch der Beobachtung von TUFTS (1979) nachgehen, daß Möwen und Eiderenten (*Somateria mollissima*) giftige von ungiftigen Miesmuscheln unterscheiden können und die giftigen meiden. Auch an den nordenglischen Küsten gab es kaum tote Eiderenten während der giftigen Planktonblüten, obwohl sich Eiderenten überwiegend von Miesmuscheln ernähren.

6. Welche Maßnahmen sind zu treffen?

Man kann nicht verhindern, daß in den offenen Gewässern der Nordsee und der westlichen Ostsee sich Blüten giftiger Dinoflagellaten entwickeln, wenn die Algen dorthin mit Meeresströmungen eingeschleppt wurden und wenn die hydrographischen Bedingungen die Massenentwicklung begünstigen. Wenn sich bestätigt, daß in den vergangenen Jahren die hydrographischen Verhältnisse in der Nordsee anders waren als in den Jahrzehnten zuvor, dann wird man auch nicht ausschließen können, daß der Verursacher der paralytischen Muschelvergiftung, *Gonyaulax tamarensis*, Planktonblüten in der Deutschen Bucht hervorbringt. Man muß also in Zukunft damit

rechnen, daß Muscheln von den Muschelzuchtgebieten im deutschen Wattenmeer und an anderen Stellen der deutschen Küsten das *Gonyaulax*-Gift enthalten können, auch wenn die Wahrscheinlichkeit gering ist.

Verhindern könnte man das nicht, nur überwachen. Findet man, daß die Toxizität von Muschelfleisch eine gewisse Grenze überschreitet, dann muß der Verkauf von Muscheln verboten und die Öffentlichkeit gewarnt werden. In geringer Zahl, aber regelmäßig kommt *Gonyaulax tamarensis* im Plankton des nordfriesischen Wattenmeeres vor (DREBES und ELBRÄCHTER, 1976). Wenn irgendwo günstige Lebensbedingungen entstehen, könnte die Art also auch heute Massentwicklung erfahren, zum Beispiel im Dockhafen von Wilhelmshaven, falls *Gonyaulax* auch im ostfriesischen Plankton vorkommt. Man sollte deshalb keine Miesmuscheln aus Häfen oder aus stagnierenden Gewässern essen. Wenn plötzlich Seevögel sterben, sollte man in Betracht ziehen, ob eine giftige Phytoplanktonblüte die Ursache sein könnte.

Anmerkung: Dieses Vortragsmanuskript gibt in gekürzter Form Gedanken und Ergebnisse von Recherchen wieder, die ausführlich in den Berichten und Referaten der 28. Jahrestagung des Ernährungswissenschaftlichen Beirats der deutschen Fischwirtschaft dokumentiert wurden (GERLACH, 1985). Die Arbeiten wurden im Rahmen der Arbeitsgruppe »Eutrophierung der Nord- und Ostsee« vom Umweltbundesamt Berlin gefördert.

7. Summary

Paralytic shellfish poisoning

In 1885–1887 six persons died from paralytic shellfish poisoning because they ate mussels from Wilhelmshaven dock harbour. This is the only case reported from German coastal waters. A similar event 1938 caused by mussels from the sea channel between Brugge and Zeebrugge in Belgium could be explained by the toxin of the dinoflagellate *Gonyaulax tamarensis* or a related species. Therefore the Wilhelmshaven case most probably is the consequence of a red tide in the harbour basin. *Gonyaulax tamarensis* is a regular component of the German wadden sea phytoplankton. One should not eat mussels from enclosed harbours or from

other stagnant waters at the coast. Off-shore blooms of *Gonyaulax* have caused paralytic shellfish poisoning at the North Sea shore of northern England. Mortality of sea birds was linked with this events and might be used as indicator of poisonous fish and mussels.

8. Literatur

- ARMSTRONG, I. H., J. C. COULSON, P. HAWKEY and M. J. HUDSON (1978): Further mass seabird deaths from paralytic shellfish poisoning. – *British Birds* 71: 58–68
- AYRES, P. A. and M. C. CULLEN (1978): Paralytic shellfish poisoning. An account of investigations into mussel toxicity in England 1968–77. – *Fisheries Research Technical Report, Lowestoft*. 40: 1–23
- COULSON, J. C., G. R. POTTS, I. R. DEANS and S. M. FRASER (1968): Exceptional mortality of shags and other seabirds caused by paralytic shellfish poison. – *British Birds* 61: 381–404
- DODGSON, R. W. (1928): Report on mussel purification. – *Fishery Investigations (Ser. II)* 10 (1): 1–498
- DREBES, G. und M. ELBRÄCHTER (1976): A checklist of planktonic diatoms and dinoflagellates from Helgoland and List (Sylt), German Bight. – *Botanica Marina* 19: 65–83
- GERLACH, S. A. (1985): Kann es beim Genuß der Miesmuscheln aus deutschen Wattenmeer-Gebieten zur paralytischen Muschelvergiftung (PSP) kommen? – *Berichte und Referate 28. Jahrestagung Ernährungswiss. Beirat deutsche Fischwirtschaft*, 3.–4. Nov. 1984 in Lübeck. FIMA (Fischwirtschaftliches Marketing-Institut) Schriftenreihe 2, im Druck.
- HOLZHAUER, E. (1909): Kiel und Wilhelmshaven. – *Meereskunde (Institut für Meereskunde zu Berlin)* 3, (6): 1–40
- KOCH, H. J. (1939): La cause des empoisonnements paralytiques provoqués par les moules. – *Compt. rend. sessions Assoc. Franc. Avanc. Sciences, Liège* 63: 654–657
- KOCH, H. J. (1940): Dinoflagellaten als oorsaak van verlamme mosselvergiftiging. – *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift* 22: 196–200
- LANGELAND, G., T. HASSELGAARD, K. TANGEN, O. M. SKULBERG, A. HJELLE (1984): An outbreak of paralytic shellfish poisoning in western Norway. – *Sarsia* 69: 185–193
- LINDNER, G. (1888): Beitrag zur Kennzeichnung giftiger Miesmuscheln und zur Ermittlung der veranlassenden Ursachen des Muschelgiftes. – *Deutsche Medizin-Zeitung*, Jahrgang 1888: 585–586 und 597–599
- NISBETH, I. C. T. (1983): Paralytic shellfish poisoning: Effects on breeding terns. – *Condor* 85: 338–345

- SCHMIDTMANN, (1888): Miesmuschelvergiftung zu Wilhelmshaven im Herbst 1887. – *Zeitschrift für Medicinal-Beamte* 1888: 19–22 und 49–53
- SIMON, B., D. MEBS, H. GEMMER und W. STILLE (1977): Vergiftungserscheinungen nach dem Verzehr von Miesmuscheln. – *Deutsche medicinische Wochenschrift* 102: 1114–1117
- TANGEN, K. (1983): Shellfish poisoning and the occurrence of potentially toxic dinoflagellates in Norwegian waters. – *Sarsia* 68: 1–7
- THESEN, J. (1902): Studien über die paralytische Form von Vergiftung durch Muscheln (*Mytilus edulis* L.). – *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 47: 311–359
- TUFTS, N. R. (1979): Molluscan transfectors of paralytic shellfish poisoning. In: *Toxic Dinoflagellate Blooms. – Proc. Second Intern. Conf. Toxic Dinoflagellate Blooms, Key Biscaine, Florida, Oktober 31 – November 5, 1979* (Herausg. D. L. Taylor und H. H. Seliger), S. 403–408, Elsevier, New York
- VIRCHOW, R. (1885): Über die Vergiftung durch Miesmuscheln in Wilhelmshaven. – *Berliner klinische Wochenschrift* 22: 781–785
- WHO, (1984): Aquatic (marine and freshwater) biotoxins. World Health Organization: *Environmental Health Criteria* 37: 1–95
- WHITE, A. W. (1979): Dinoflagellate toxins in phytoplankton and zooplankton fractions during a bloom of *Gonyaulax excavata*. In: *Toxic Dinoflagellate Blooms. – Proc. Second Intern. Conf. Toxic Dinoflagellate Blooms, Key Biscaine, Florida, October 31–November 5, 1978* (Herausg. D. L. Taylor und H. H. Seliger), S. 381–384, Elsevier, New York
- WOLFF, M. (1886): Die Ausdehnung des Gebietes der giftigen Miesmuscheln und der sonstigen giftigen Seetiere in Wilhelmshaven. – *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin* 104: 180–202 (b)
- WOLFF, M. (1887): Über das erneute Vorkommen von giftigen Miesmuscheln in Wilhelmshaven. – *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin* 110: 376–380
- ZWAHLEN, A., M.-H. BLANC, M. ROBERT (1977): Epidémie d'intoxication par les moules. – *Schweiz. med. Wochenschrift* 107: 226–230

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Sebastian A. Gerlach,
Institut für Meereskunde,
Düsterbrookweg 20,
2300 Kiel,
Bundesrepublik Deutschland

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [6_SB_1985](#)

Autor(en)/Author(s): Gerlach Sebastian A.

Artikel/Article: [Paralytische Muschelvergiftungen 98-101](#)