

# Giftalgen - Die Cyanophyceae *Nodularia spumigena*

Stefan Nehring

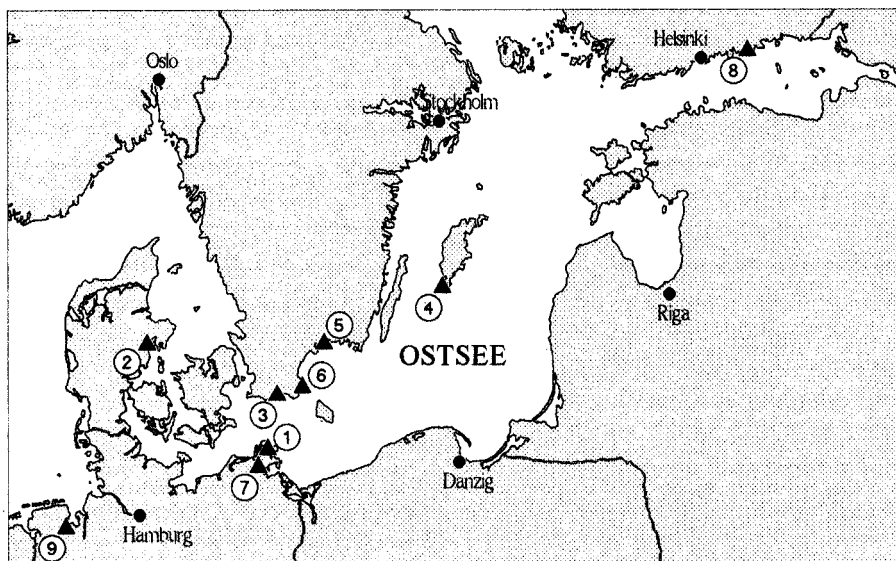
Institut für Meereskunde an der Universität Kiel, Düsternbrooker Weg 20, 2300 Kiel 1

[Nehring, S. (1991): Giftalgen - Die Cyanophyceae *Nodularia spumigena*. – Mikrokosmos 80: 321-327]

## Erweiterte Kurzfassung

*Nodularia spumigena* MERTENS (Nostocales, Nostocaceae) ist eine planktische, photolithoautotrophe Cyanophyceae (Blaualge), deren Fäden als Zellverbände (Coenobien) aus weit über 100 Einzelorganismen bestehen können. Sie kommt im Süß- und Brackwasser bis zu 30 ‰ Salzgehalt vor und scheint kosmopolitisch verbreitet zu sein. Im Spätsommer, wenn die Wassertemperatur mindestens 17°C beträgt, sind ihre Blüten in den Küstenregionen der zentralen Ostsee ein verbreitetes und als dicker Teppich auftretendes Phänomen.

Vergiftungen durch *N. spumigena* ist schon mehrmals als Todesursache von Warmblütern beschrieben worden. FRANCIS berichtet 1878 über den Vergiftungstod von Schafen, Pferden, Hunden und Schweinen durch eine Blüte von *N. spumigena* in Australien. In Europa sind erst in den letzten Jahrzehnten (erstmalig 1963) toxische *Nodularia*-Blüten vor allem aus dem Gebiet der Ostsee beschrieben worden. Alle Blüten entwickelten sich bei anhaltend schönen Wetter und ruhiger See, wobei die Vergiftungen sich meistens im August ereigneten, nachdem leichter Winddruck die Algenmassen an den Strand gespült hatte.



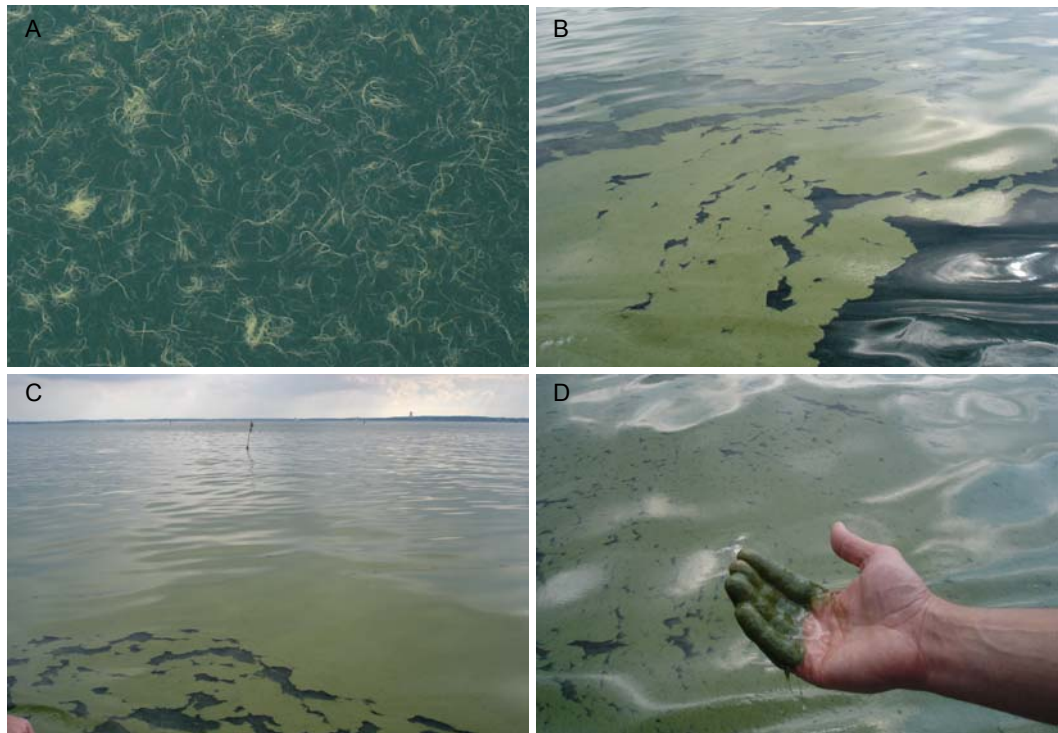
Fundort	Datum	Tier
1 Kl. Jasmunder Bodden	4.-8.7.1963	400 Enten
2 Aarhus	6.-16.8.1975	20 Hunde (+30 Hunde erkrankt)
3 Ystad	7.-8.8.1982	2 Hunde
4 Süd-Gotland	8.8.1982	1 Hund
5 Karlshamn	8.-10.8.1982	3 Hunde
6 Simrishamn	8.-15.8.1982	3 Hunde
7 Strelasund	27.-28.8.1983	16 Jungrinder
8 Porvoo	? .8.1984	4 Hunde
9 Banter See	26.8.1990	2 Hunde

Alle offiziell dokumentierten Vergiftungen mit Todesfolge von Tieren in Europa durch toxische *Nodularia spumigena* Blüten; Stand 31.12.1990.

Auffällig ist, daß vor allem Hunde durch *N. spumigena* wiederholt zu Tode gekommen sind. Es ist zu vermuten, daß Hunde giftige Blaualgen durch Trinken von belasteten Wasser und speziell nach dem Baden auch durch das anschließende Ablecken des Felles verstärkt aufnehmen.

Beim Menschen kann das Baden in einer Blaualgenblüte zu lokalen allergischen Reaktionen der Haut und der Atemwege führen und bei Trinken/Verschlucken von Wasser über gastrointestinale Störungen bis zum Tode führen.

Das Gift von *N. spumigena* ist ein cyclisches Pentapeptid und wird als Nodularin bezeichnet. Es ähnelt sehr dem von *Microcystis* gebildeten Microcystin und gehört zu einer ganzen Gruppe von Cyanophyceen-Giften (Hepatotoxine), die besonders gegen Säugetiere (inkl. Mensch) bei Aufnahme durch den Mund (peroral) wirksam sind. Diese Toxine werden endogen in der Blaualgenzelle gebildet und nicht aktiv ausgeschieden. Sie können einen Biomasseanteil von über 1 % erreichen. Aus verschluckten Zellen wird das Toxin bei einsetzender Verdauung durch die damit verbundene Zellyse freigesetzt und über die Schleimhäute des Verdauungstraktes resorbiert. Durch absterbende Zellen in einer Blüte kann das Toxin auch frei ins Wasser gelangen.



Die toxische Cyanophycee *Nodularia spumigena* in der Ostsee (Lübecker Bucht). A) Beginn einer Massenentwicklung. B) Erste Akkumulationen und C) weitflächig geschlossener Teppich an der Wasseroberfläche. D) Durch leichten Winddruck an den Strand gespülter Teppich.

Da die Peptidtoxine wasserlöslich, temperaturstabil und relativ langlebig sind, besteht nach Zusammenbruch einer Blüte weiterhin eine schwer einschätzbare Gesundheitsgefährdung. Bisher liegen aber keine Erkenntnisse vor, wie lange genau Nodularin frei in der Wassersäule wirksam bleibt. Zusätzlich sind hierbei Vermischungsvorgänge mit unbelasteten Wasserkörpern zu berücksichtigen, die eine Reduzierung der Toxinkonzentrationen bewirken. Hieraus folgt, daß in Buchten, Förden, Seen, Häfen etc. mit stark reduziertem Wasseraustausch das Gefährdungspotential nach Ende einer *Nodularia*-Blüte am höchsten ist.

Vergiftungen durch Hepatotoxine führen - ähnlich wie beim Gift des Knollenblätterpilzes Amanitin - allgemein zu Schwäche, Lethargie, Bewegungsstörungen, Erbrechen, Kälte der Extremitäten, schwerem Atem, Leber-, Nieren- und Kreislaufversagen. Durch Tierversuche wurde belegt, daß vor allem die Leber das Zielorgan dieser Toxine und speziell auch von Nodularin ist und dort die Hepatocyten geschädigt werden. Das Gewicht der Leber erhöht sich infolge starker Blutungen bis zu 60 %, was mit der Zerstörung der Gewebestruktur und dem Verlust der sinusoidalen Endothels verbunden ist. Zusätzlich wurden auch Nierenschädigungen verbunden mit Blutungen festgestellt. Die Auslösung von Krebs und die Bildung von Leber- und Nierentumoren ist sehr wahrscheinlich. Schon geringste Mengen Nodularin führen vor allem durch die gravierenden Leberschäden bei Säugetieren zum Tode. So reichen 30-250 µg Toxin - je nach Strukturvariante - gerechnet auf 1 kg Körpergewicht, um eine Maus zu töten (mittlere letale Dosis LD50) [1 µg = 0,000001 g]. Nodularin ist damit so stark wie das Neurotoxin der Königskobra.

Da *N. spumigena* sich an der Wasseroberfläche akkumuliert, ist die Aufnahme von Zellen bzw. von freigesetztem Toxin durch den Mund beim Baden sehr wahrscheinlich. Todesfälle beim Menschen durch *N. spumigena* sind bisher jedoch nicht bekannt worden; chronische Schäden speziell an der Leber, die im Allgemeinen erst Jahre später diagnostiziert werden, sind vor allem bei Kleinkindern nicht auszuschließen. Um zu klären, wie viel Algenmasse bzw. toxinhaltiges Wasser dafür aufgenommen bzw. ab welcher Zell- oder Toxinkonzentration ein Badeverbot ausgesprochen werden muß, ist durch entsprechende Untersuchungen noch eindeutig festzulegen.

Aus Vorsorgegründen sollten die zuständigen Behörden beim Auftreten von massiven *N. spumigena* Blüten frühzeitig totale Badeverbote erlassen und neben normalen Planktonuntersuchungen stets auch Toxinanalysen an *Nodularia*-Zellen und an Wasserproben durchführen. Die Bevölkerung sollte umfassend über das Gefahrenpotential insbesondere auch hinsichtlich akuter und chronischer Leberschädigungen durch Nodularin informiert werden. Damit die Gefährdung für Mensch und Tier so gering wie möglich ist, sollten Strandbesucher sichtbare Algenblüten stets meiden, Hunde sollten an der Leine geführt werden.

Sie haben Rückfragen, möchten einen Sonderdruck des gesamten Artikels oder benötigen weitere Informationen. Dann melden Sie sich bitte einfach unter meiner aktuellen E-Mail-Adresse [info@StefanNehring.de](mailto:info@StefanNehring.de)

#### Nachtrag:

Durch Gen- und Toxin-Analysen konnte festgestellt werden, dass *Nodularia spumigena* in der Ostsee generell Nodularin produziert. Blüten dieser Art sind daher im Rahmen von Untersuchungen zur Badewasserqualität immer als toxische Blüten zu bewerten. Bei den in früheren Untersuchungen festgestellten nicht-toxischen *Nodularia* Individuen aus der Ostsee handelte es sich nicht um *N. spumigena* sondern um die nah verwandten und auf dem Meeresboden lebenden Arten *N. sphaerocarpa* und *N. harveyana*. Durch Aufwirbelungen können diese beiden Arten auch in der Wassersäule kurze Zeit vorhanden sein (Laamanen, M.J. et al., Applied and Environmental Microbiology 67, pp. 4638-4647, 2001).

In Laboruntersuchungen mit natürlichem Seewasser aus der Ostsee konnte gezeigt werden, dass bei konstant 17°C Wassertemperatur die Konzentration von Nodularin in der Wasserphase nach 21 Tagen nur um ca. 30% reduziert war (Mazur, H. & Plinski, M., Oceanologia 43, pp. 329-339, 2001).

Im Rahmen der Empfehlungen des deutschen Umweltbundesamtes zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterien-Toxinen wird davon ausgegangen, dass bei Konzentrationen im Wasser von unter 100 µg Microcystin / Liter ein ausreichender Sicherheitsabstand vor der Gefahr einer akuten Vergiftung mit diesen Cyanotoxinen durch Wasserschlucken beim Baden besteht. Aufgrund der derzeit nicht ausreichenden Datenlage zur Risikoquantifizierung im Rahmen einer langfristigen Exposition sollte der vorgenannte Leitwert streng ausgelegt werden. Bei Microcystin-Gehalten zwischen 10 und 100 µg/l sollten deshalb Warnhinweise an die Bevölkerung gegeben werden und je nach konkreter Situation im Gewässer ein Badeverbot geprüft werden (Umweltbundesamt, Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 46, pp. 530-538, 2003). Für das Vorkommen von Microcystin im Trinkwasser gibt die Weltgesundheitsbehörde einen Leitwert von 1 µg/l an (WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality, 1998). Bisher sind für das Toxin Nodularin keine derartigen Leitwerte erstellt worden; da Nodularin aber in Struktur und Wirkung den Microcystinen sehr ähnlich ist, sind die Microcystin-Leitwerte für Nodularin bis auf weiteres anwendbar.

Im Rahmen von Untersuchungen zum Nodularin-Gehalt in der freien Wassersäule während und nach Blüten von *Nodularia spumigena* in der Ostsee wurde als maximale Nodularin-Konzentration 18.135 µg/l nachgewiesen (Mazur, H. & Plinski, M., Oceanologia 45, pp. 305-316, 2003). Abgeleitet aus dem o.g. Leitwert (100 µg/l) wäre bei einer Aufnahme von nur 6 ml Wasser aus einer derartigen hochtoxischen Blüte der Sicherheitsabstand vor der Gefahr einer akuten Vergiftung beim Menschen nicht mehr eingehalten.

Anreicherungen von Nodularin wurde im Zooplankton, in Muscheln und in verschiedenen Fischarten (u.a. Dorsch, Flunder, Hering) in der Ostsee beobachtet. Die genauen Aufnahmemechanismen und Auswirkungen auf die Organismen sind bisher nicht geklärt. Eine Anreicherung in der Nahrungskette wird nicht ausgeschlossen. Ob hierdurch Organismen für den menschlichen Verzehr ungeeignet werden, bedarf weiterer Untersuchungen und Analysen (u.a. Tyminska, A. et al., Oceanological and Hydrobiological Studies 34, Suppl. 3, pp. 149-159, 2005).