

Stephan PFLUGMACHER - Berlin¹⁾, Daniel WUNDERLIN - Cordoba²⁾,
Jimena CAZENAVERE - Cordoba²⁾ & Claudia WIEGAND - Berlin¹⁾³⁾

Toxische Blaualgen im aquatischen Ökosystem und ihre Wirkung auf Fische



Abb.1: Aufrahmung von Cyanobakterien, die sogenannte Blaualgenblüte, im Schilfbereich von Gewässern. Hier befinden sich auch teilweise die Ablaihzonen der Fische und der Aufenthaltsort von Jungfischen.

Verstärkt durch die Eutrophierung unserer Gewässer kommt es im Sommer zur Massentwicklung von Blaualgen (Chorus, 2001), den sogenannten **Cyanobakterien** (Abb. 1). Verschiedene dieser Cyanobakterien sind in der Lage Giftstoffe (Toxine) zu produzieren. Darunter sind Lebergifte wie die Microcystine, Nervengifte wie die Anatoxine und Zellgifte wie die Cylindrospermopsine. Die chemischen Strukturen einiger dieser Gifte sind in Abb. 2 wieder-gegeben.

Die jahreszeitliche Dynamik beispielsweise der Microcystine in den Organismen, dem Wasser und dem Sediment unterliegt einem raum-zeitlichen Muster: Die Produktion von Microcystinen erfolgt dabei ausschließlich während der exponentiellen Wachstumsphase der Produzenten im sommer-lichen Epilimnion. Während des Sommers und im Herbst gelangen die Microcystine in das Freiwasser während andererseits auch Microcystine in den Zellen sedimentieren. Von hier werden Microcystine mit dem Aufsteigen der Startpopulation im Frühjahr in geringen Mengen ins Pelagial zurücktransportiert. Dieses raum-zeitliche Muster spiegelt möglicherweise eine Variabilität der ökologischen Funktion der Microcystine wider, denn möglicherweise haben die Microcystine die ökologische Funktion einer Allelochemikalie, d.h. einer Substanz, die als Signal dienen kann (Pflugmacher 2000).

Massensterben von Fischen wurden immer wieder in Zusammenhang mit dem Auftreten von toxischen Cyanobakterienblüten gebracht. Allerdings werden neben den Toxinen in den Algen auch pH-Effekte und Sauerstoffmangelsituationen bedingt durch die Algen diskutiert.

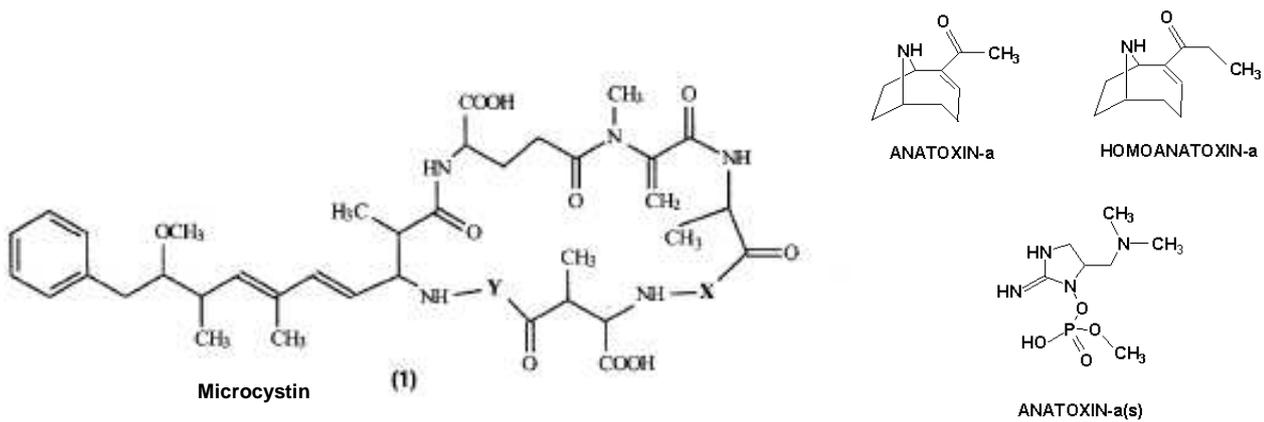
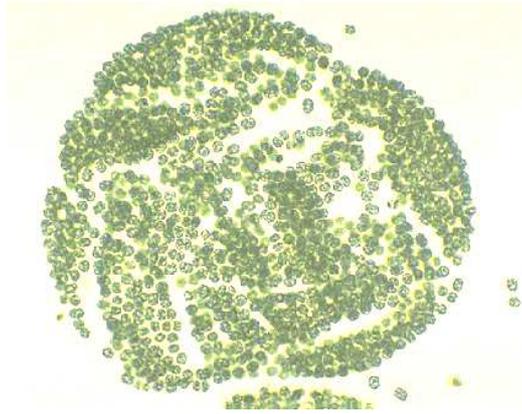


Abb. 2: Aufnahme einer Kolonie von *Microcystis* sp. (Foto: Cyanosite) und als Strukturformel dargestellt einige der Toxine, die durch Cyanobakterien synthetisiert werden können. Microcystin ist ein Leber toxin, die dargestellten Anatoxine sind Nervengifte.

Toxische Effekte bei Fischen sind in der Hauptsache in der Leber zu finden. Hier wird die Struktur der Leberzellen durch das Toxin geschädigt, es kommt zu Fehlfunktionen und inneren Blutungen, die dann meist zum Tod des Fisches führen. Bisherige Untersuchungen wurden an **Regenbogenforellen** (*Oncorhynchus mykiss*), dem **Karpfen** (*Cyprinus carpio*) und der **Plötze** (*Rutilus rutilus*) durchgeführt (Fischer & Dietrich 2000, Fischer et al. 2000, Kamjunke et al. 2002). Experimente mit Eiern des **Zebrabärblings** (*Danio rerio*) zeigten negative Effekte der Toxine auf die Embryonalentwicklung der Fische (Wiegand et al. 1999).

In einem Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit dem Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (AG Biochemische Regulation) und der Universität National de Cordoba (Argentinien) wurde der in Argentinien einheimische Fisch *Jenynsia multidentata*, ein **lebend-gebärender Karpfing** (Abb. 3), untersucht. Dieser Fisch lebt in fast allen Gewässersystemen und gilt als relativ robuste Fischart gegenüber Umweltverschmutzungen. Ziel dieser Untersuchungen war es, die Aufnahme und Verteilung von cyanobakteriellen Toxinen im Körper des Fisches und den Entgiftungsweg dieser Toxine ebenfalls im Fisch zu zeigen.

Mit Hilfe moderner Analysemethoden wie der Hochdruckflüssigkeitschromatographie und der Massenspektroskopie konnte das Toxin Microcystin-LR in den unterschiedlichen Organen des Fisches nachgewiesen werden (Abb. 4).

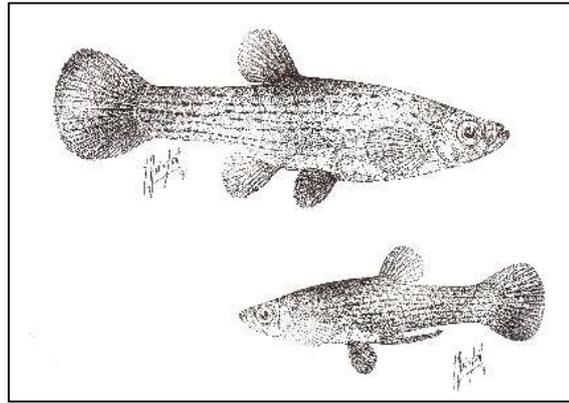


Abb. 3: *Jenynsia multidentata* nach Reichert Lange (2002).
Oben: Weibchen, unten: Männchen.

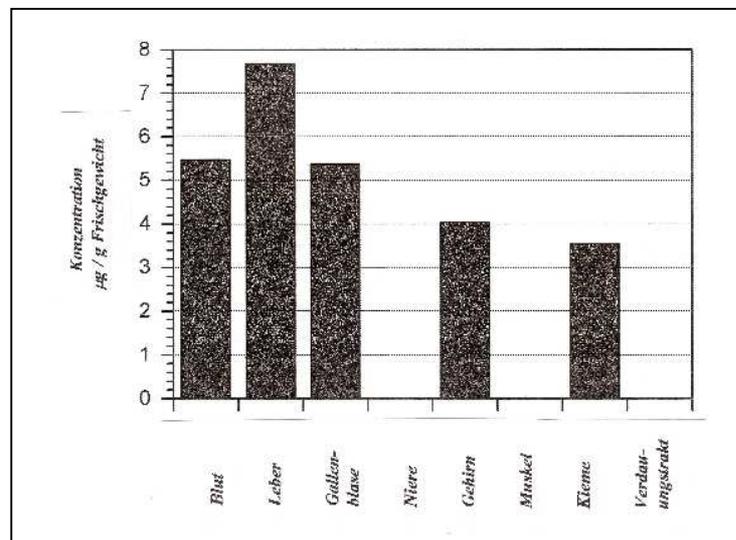


Abb. 4: Aufnahme des Toxins in verschiedene Organe von *J. multidentata* aus Argentinien. Deutlich zu sehen ist die hohe Aufnahme in der Leber als zentralem Organ des Stoffwechsels und erstaunlich sind die hohen Toxinwerte im Gehirn des Fisches.

Nachdem die Aufnahme des Toxins in den Fisch nachgewiesen werden konnte muss nun in einem zweiten Schritt die Entgiftung dieses Toxins im Fisch untersucht werden. Dies wird im Rahmen eines Folgeprojektes erfolgen und zur gegebenen Zeit berichtet werden.

Danksagung: Für die Überlassung von *J. multidentata* danken wir Herrn **Thomas Litz**, Attenweiler.

Literatur:

Chorus, I. (2001): Cyanotoxins – Occurance, causes, consequences.- Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2001.

Fischer, W.J. & Dietrich, D.R. (2000): Pathological and biochemical characterization of microcystin-induced hepatopancreas and kidney damage in carp (*Cyprinus carpio*).- Toxicol. Appl. Pharmacol. 164: 73-81.

Fischer, W.J., Hitzfeld, B.C., Tencalla, F., Eriksson, J.E., Mikhailov, A. & Dietrich, D.R. (2000): Microcystin-LR toxicodynamics, induced pathology, and immunohistochemical localization in livers of blue-green algae exposed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).- Toxicol. Sci. 54, 365-373.

Kamjunke, N., Schmidt, K., Pflugmacher, S. & Mehner, T. (2002): Consumption of cyanobacteria by roach (*Rutilus rutilus*): useful or harmful to the fish? Freshwat. Biol. 47, 243-250.

Pflugmacher, S. (2002): Possible allelopathic effects of cyanotoxins, with reference to microcystin-LR, in aquatic ecosystems. Environmental Toxicology 17 (4): 407-413

Reichert Lang, J.J. (2002): Atlas ilustrado de los peces de agua dulce del Uruguay.- Probides, Rocha.

Wiegand, C., Pflugmacher, S., Oberemm A, Meems N., Beattie K.A., Steinberg, C.E.W. & Codd G.A. (1999): Uptake and effects of microcystin-LR on detoxication enzymes of early life stages of the zebrafish (*Danio rerio*). Environ. Toxicol. 14 : 89-95.