

**Stellungnahme der ZKBS zur Risikobewertung von  
*Microcystis aeruginosa* PCC 7806, *Nostoc punctiforme*, *Nostoc* sp. PCC 7120,  
*Cyanothece* sp. und *Planktothrix agardhii*  
als Spender- oder Empfängerorganismen bei gentechnischen Arbeiten  
gemäß § 5 Absatz 1 GenTSV**

**Allgemeines**

Cyanobakterien (Abteilung *Cyanobacteriota*) sind phototrophe Prokaryoten, die in allen Klimazonen der Welt im Plankton, als Endosymbionten von Pflanzen, als Symbionten von Pilzen oder als Saprophyten vorkommen. Im Phytoplankton lebende Arten können sich in eutrophierten Gewässern stark vermehren. Die massenhafte Vermehrung von Cyanobakterien kann durch den sprunghaften Anstieg der Biomasseproduktion mit Sauerstoffzehrung bei deren Abbau zum Umkippen von Gewässern führen. Zusätzlich können einige Arten durch die Produktion von Neurotoxinen (Anatoxin, Saxitoxin) und Hepatotoxinen (Microcystin, Nodularin) Fischsterben auslösen. Cyanobakterien leben unizellulär oder in Aggregaten wie Coenobien und Trichomen, in denen die Zellen untereinander Informationen austauschen. Manche Arten sind zur Ausprägung von spezialisierten Zellen (sog. Heterozysten) fähig, die Stickstoff fixieren.

*Microcystis aeruginosa*

Das Süßwasser-Cyanobakterium *Microcystis aeruginosa* lebt in großen unorganisierten Kolonien. Im Frühling und Sommer lebt es im Freiwasser, es überwintert jedoch im Benthos. Während der pelagialen Phase wandert es täglich die Wassersäule hinauf [1]. *Microcystis aeruginosa* produziert Microcystine, toxische Peptidverbindungen, die unter das Kriegswaffenkontrollgesetz fallen. Die deutsche Schwimm- und Badebeckenkommission hat einen Grenzwert von 100 µg/l festgelegt, über dem Oberflächengewässer nicht mehr als Badegewässer benutzt werden dürfen. Neben Microcystin produziert *Microcystis aeruginosa* auch das Neurotoxin Anatoxin [2].

*Nostoc* sp. PCC 7120

*Nostoc* sp. PCC 7120 (früher auch *Anabaena* sp. PCC 7120 genannt) ist ein in langen Trichomen wachsender Vertreter der Gattung *Nostoc*, der keine Toxine bildet [3]. Er wurde in Nordamerika isoliert und bildet bewegliche Hormogonien. Hormogonien sind Filamente aus wenigen Zellen, die aus der die Zellen umgebenden Scheide ausschlüpfen, wenn sie ungünstigen Bedingungen ausgesetzt sind. Sie bewegen sich kriechend oder gleitend fort und bilden neue Trichome, wenn die Wachstumsbedingungen günstig sind [4].

*Nostoc punctiforme*

*N. punctiforme* wächst als unverzweigtes Filament und kann Symbiosen mit Mykorrhizapilzen und Moosen eingehen [5; 6]. Im Genom von *N. punctiforme* PCC73102 wurden zwar genetische Informationen für die Biosynthese von Microcystinen gefunden [7], experimentell erwies sich dieser Stamm aber als ungiftig [8].

### Cyanothece sp.

Im Gegensatz zu anderen Cyanobakteriengattungen läuft die Stickstofffixierung bei den einzellig wachsenden *Cyanothece* sp. nicht räumlich kompartimentiert ab. Photosynthese und Stickstofffixierung werden zeitlich getrennt, so dass die sauerstoffempfindliche Nitrogenase nur in der Dunkelheit exprimiert wird [9]. Es sind keine von *Cyanothece* sp. gebildeten Toxine bekannt.

### Planktothrix agardhii

*P. agardhii* bildet lange Trichome und ist zur Produktion von Microcystinen und von noch unbekanntem Toxinen in der Lage [10; 11].

## Empfehlung

Nach § 5 Absatz 1 GenTSV i.V.m. den Kriterien im Anhang I GenTSV werden *Microcystis aeruginosa*, *Nostoc punctiforme*, *Nostoc* sp. PCC 7120, *Cyanothece* sp. und *Planktothrix agardhii* als Spender- und Empfängerorganismen für gentechnische Arbeiten der **Risikogruppe 1** zugeordnet.

## Begründung

Die oben beschriebenen Arten sind alle für den Menschen, Tiere oder Pflanzen apathogen. Das toxische und allergene Potential von Cyanobakterien wird wie bei der Bewertung von phytopathogenen Pilzen (Stellungnahme der ZKBS zu Kriterien der Bewertung und der Einstufung von Pflanzenviren, phytopathogenen Pilzen und phytopathogenen Bakterien, Az. 6790-10-53) nicht in die Bewertung mit einbezogen, da Cyanobakterien Menschen und Tiere nicht kolonisieren können. Übereinstimmend werden alle Cyanobakterien einschließlich toxigener Arten im Merkblatt B006 der BG Chemie in die Risikogruppe 1 eingestuft, da sie keine Infektionskrankheiten auslösen [12].

Bei Arbeiten mit Toxin-bildenden Cyanobakterien sollte allerdings zum Schutz der Beschäftigten eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden und geeignete Maßnahmen ergriffen werden, die eine Gefährdung der Mitarbeiter verhindern (s. u.a. Anhang III A Nr. 8 GenTSV).

## Literatur

- [1] Thomas RH, Walsby AE (1985). Buoyancy regulation in a strain of *Microcystis*. J Gen Microbiol. 131: 799-809.
- [2] Park, H.D., Watanabe, M.F., Harada, K.I., Nagai, H., Suzuki, M., Watanabe, M., Hayashi, H., 1993. Hepatotoxin (microcystin) and neurotoxin (anatoxin-a) contained in natural blooms and strains of cyanobacteria from Japanese waters. Nat Toxins. 1: 353-60.
- [3] Rouhiainen L, Sivonen K, Buikema W, Haselkorn R (1995). Characterization of toxin-producing cyanobacteria by using an oligonucleotide probe containing a tandemly repeated heptamer. J Bacteriol. 177(20): 6022-6.
- [4] Esser K. Kryptogamen: Praktikum und Lehrbuch, Band 1. Springer-Verlag, Berlin, 2000
- [5] Mollenhauer D, Mollenhauer R, Kluge M (1996). Studies on initiation and development of the partner association in *Geosiphon pyriforme* (Kütz.) v. Wettstein, a unique endocytobiotic system of a fungus (Glomales) and the cyanobacterium *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot. Protoplasma. 193: 3-9.
- [6] Enderlin CS, Meeks JC (1983) Pure culture and reconstitution of the *Anthoceros-Nostoc* symbiotic association. Planta. 158: 157-165.
- [7] Meeks JC, Elhai J, Thiel T, Potts M, Larimer F, Lamerdin J, Predki P, Atlas R (2001). An overview of the genome of *Nostoc punctiforme*, a multicellular, symbiotic cyanobacterium. Photosynthesis Res. 70: 85-106.
- [8] Lyra C, Suomalainen S, Gugger M, Vezie C, Sundman P, Paulin L, Sivonen K (2001). Molecular characterization of planktic cyanobacteria of *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* and *Planktothrix* genera. Int J Sys Evol Microbiol. 51: 513-26.
- [9] Reddy KJ, Haskell JB, Sherman DM, Sherman LA (1993). Unicellular, aerobic nitrogen-fixing cyanobacteria of the genus *Cyanothece*. J Bacteriol. 175(5): 1284-92.

- [10] Keil C, Forchert A, Szewzyk U, Rotard W, Chorus I, Krätke R (2002). Toxicity and microcystin content of extracts from a *Planktothrix* bloom and two laboratory strains. *Water Res.* 36: 2133-9.
- [11] Feuillade M, Jann-Para G, Feuillade J (1996). Toxic compounds to *Artemia* from blooms and isolates of the cyanobacterium *Planktothrix* from German freshwaters. *Arch Hydrobiol.* 2: 147-63.
- [12] Berufsgenossenschaft der Chemische Industrie. Merkblatt B006. Einstufung biologischer Stoffe: Prokaryonten (Bacteria und Archaea). Jedermann-Verlag Heidelberg, 2005.