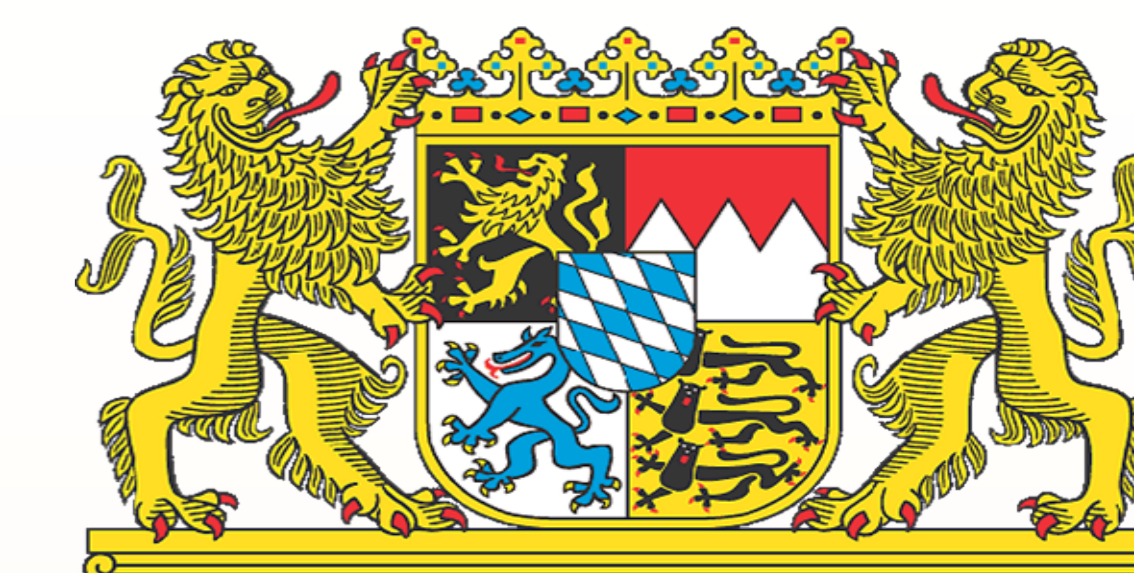


Microcystine in Algenprodukten als Nahrungsergänzungsmittel



S.C. Walther, S. Boehmer, P. Resch, W. Völkel, H. Fromme
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Veterinärstr. 2, 85764 Oberschleißheim

Einleitung

Im europäischen Raum gewinnen Algen in Form von Tabletten, Kapseln oder Pulver als Nahrungsergänzungsmittel (NEM) immer mehr an Bedeutung. *Spirulina* und *Chlorella*, werden vorwiegend kommerziell in Aquakultur angebaut, während *Aphanizomenon flos aquae* (AFA) zu meist in der Natur geerntet und im Handel vertrieben werden.

Für Produkte aus in der Natur geernteten Algen ist die Kontamination mit Microcystinen durch toxinbildende Algen, z. B. *Microcystis aeruginosa*, ein Problem.

Microcystine (MC) sind zyklische Heptapeptide, von denen über 80 verschiedene Strukturvarianten, unterschiedlich starker akuter Toxizität bekannt sind, wie z. B. MC-LR mit einer LD₅₀ von 50 µg/kg KG (i.p., Maus) (Abb. 1). MC wirken hepatotoxisch und werden zu den Tumorpromotoren gezählt^{[1][2]}.

Ziel dieser Arbeit ist eine Risikoabschätzung der Gesundheitsgefährdung, die beim Verbraucher durch Verzehr von Algenprodukten entsteht.

Ergebnisse

In der vorliegenden Studie wurden 87 im Handel erhältliche Algenprodukte der Gattungen *Chlorella* (15), *Spirulina* (14) oder AFA (58) untersucht. In allen 29 Proben aus *Spirulina* und *Chlorella* wurden keine Microcystine festgestellt, während in allen untersuchten AFA Produkten MC in unterschiedlichen Mengen nachgewiesen wurden. Neun Proben überschritten eine in den USA etablierte akzeptierbare Höchstkonzentration von 1 µg MC-LR/g AFA erheblich^{[3][5]}. Der in dieser Studie mit 2,7±0,2 µg MC-LR/g AFA bestimmte Wert lag höher als die akzeptable Höchstkonzentration. Die von Herstellern empfohlenen Tagesdosis liegt im Bereich von 1 bis 3 g AFA-Algen pro Tag. Unter Berücksichtigung der Tagesdosis errechnet sich für die gemessene Höchstkonzentration eine max. Aufnahme von 8±0,5 µg MC-LR pro Tag. In Tabelle 1 ist die prozentuale Verteilung der belasteten AFA-Algenprodukte im Bezug auf die in den USA etablierte Höchstkonzentration aufgeführt.

Methode

Die MC wurden mit Methanol aus dem zerkleinerten, ausgefrorenen Probenmaterial extrahiert. Nach Abdampfen des Methanols wurde der Rückstand in Wasser gelöst, durch einen 45µ-Filter filtriert und die MC mittels direkt kompetitivem Enzymimmunoassay und polyklonalen Antikörpern gegen MC-LR (Coring System Diagnostix GmbH) nachgewiesen. Zur Kalibrierung wurden Standard-Lösungen von MC-LR verwendet. Der Microcystingehalt wird als [ng] MC-LR-Äquivalent pro [g] Untersuchungsmaterial angegeben. Die Kreuzreaktivitäten sind in Tabelle 2 angegeben.

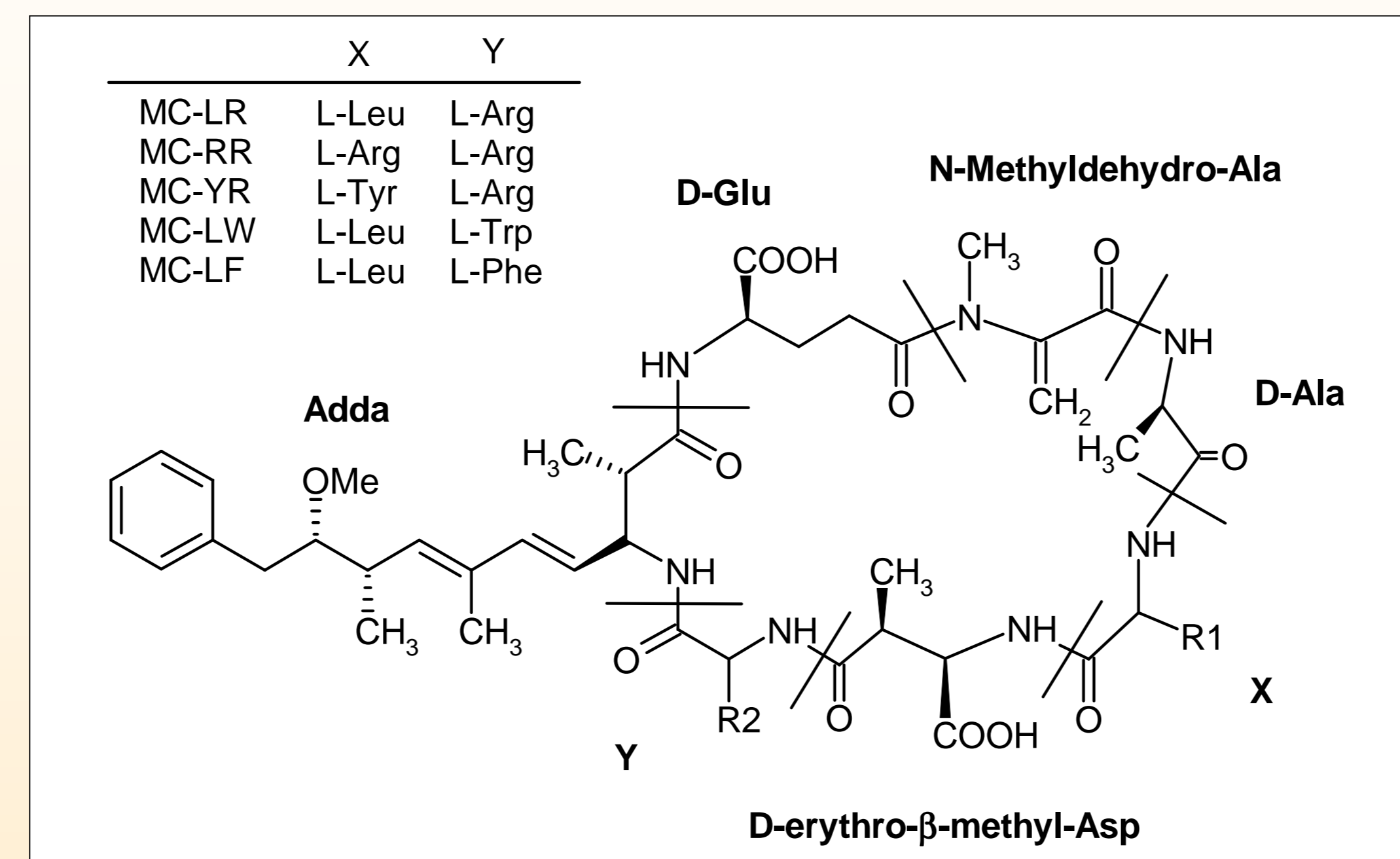


Abb. 1: Struktur verschiedener Microcystin-Varianten

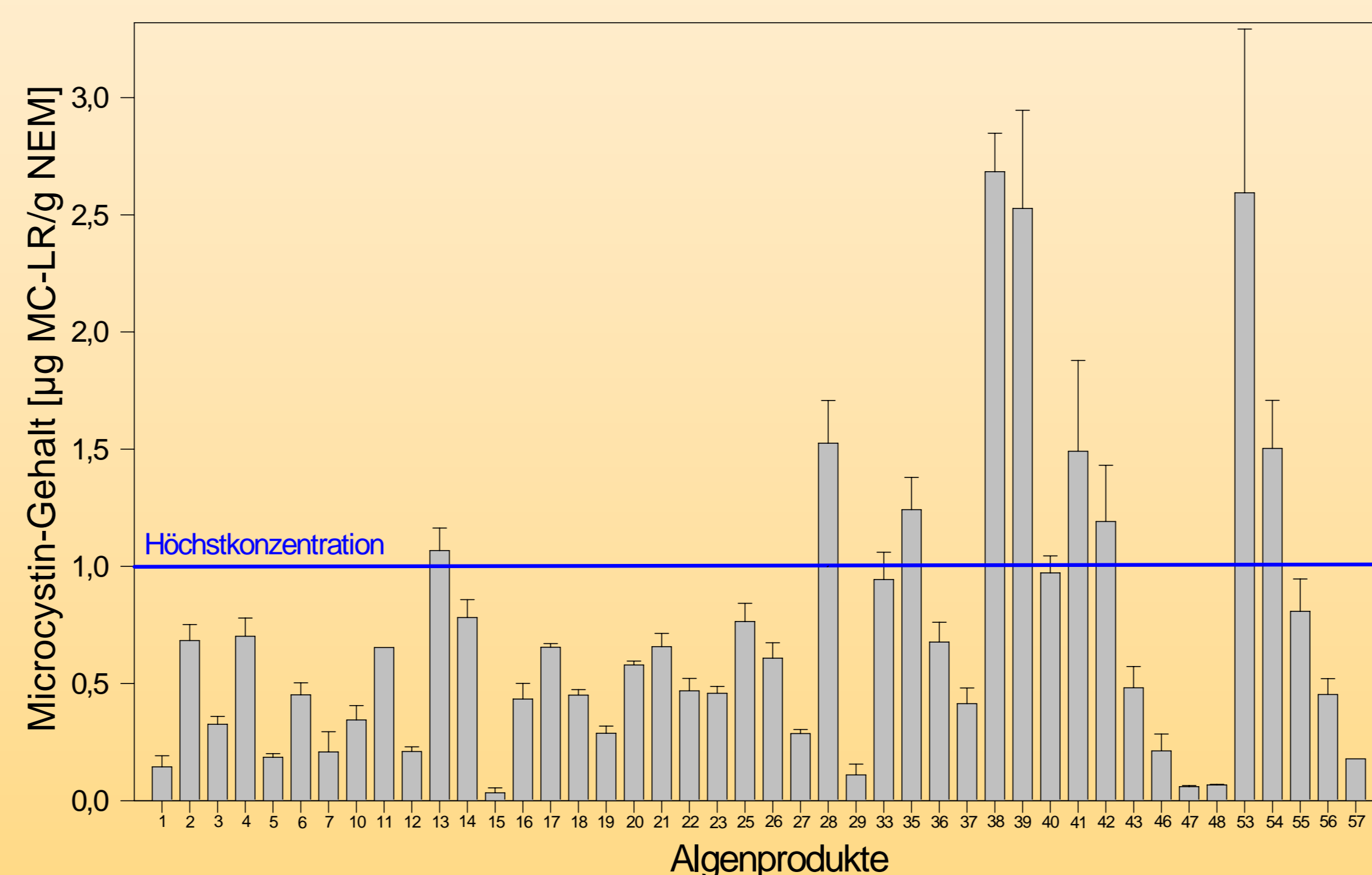


Abb. 2: Microcystin-Gehalte in AFA-Algenprodukten
Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen von 3 unabhängigen Versuchen.

Tab. 2: Kreuzreaktivitäten des ELISA

Microcystin-LR	100 % ¹
Microcystin-RR	87 % ¹
Microcystin-YR	48 % ¹
Microcystin-LW	26 % ²
Microcystin-LF	13 % ²

¹ lt. Angaben von Coring System Diagnostix GmbH
² eigene Bestimmung: wässrige Standardlösungen von MC-LW und MC-LF (CALBIOCHEM, San Diego, California, U.S.A) wurden im Konzentrationsbereich von 0,1 – 2,0 ng/ml gemessen und mit den Messwerten der Standard-Lösungen MC-LR des Testkits verglichen.

Diskussion und Ausblick

Basierend auf den durch Fawell 1999 in histopathologischen Studien festgestellten NOAEL von 40 µg MC-LR/kg KG pro Tag wurde eine provisorische tolerierbare tägliche Aufnahme (P-TDI) von 0,04 µg/kg KG von der WHO abgeleitet^{[5][6]}. Unter Bezugnahme auf den P-TDI der WHO wurde in den USA eine akzeptierbare Höchstkonzentration von 1,0 µg MC-LR/g AFA etabliert^[3]. Diese Konzentration berücksichtigt die Annahme, daß ein 60 kg schwerer Erwachsener täglich 2 g AFA-Algen aufnimmt.

Der Gehalt in 16 % der 58 untersuchten AFA Algenprodukten war so hoch, daß die Höchstkonzentration zum Teil erheblich überschritten wurde. Wurde die täglich vom Hersteller empfohlenen Tagesdosis einbezogen, so überschritten 29 % der untersuchten AFA-Algenprodukten die Höchstkonzentration, mit einer maximal festgestellten Aufnahmemenge von 8 µg MC-LR/Tag.

Da Nahrungsergänzungsmittel über einen längeren Zeitraum täglich konsumiert werden, ist bei einer chronischen Belastung mit größeren MC-Mengen mit einer Gefährdung der Gesundheit zu rechnen. Insbesondere empfindlichen Personen (z. B. Kindern) empfiehlt das BgVV AFA-Algenprodukte nicht zu konsumieren^[4].

Microcystine sind stark hepatotoxisch und gelten als Tumorpromotoren. Da die vom Hersteller empfohlene tägliche Aufnahmemenge an AFA-Algenprodukten teilweise die in den USA etablierte akzeptierte Höchstkonzentration übersteigt, sollten derartige Produkte regelmäßig einer Kontrolle unterzogen werden. Hierfür ist die Entwicklung einer schnellen, aber sensitiven Analysenmethode notwendig. Der verwendete ELISA ist hier sicher ein erster Ansatz um einen Überblick des MC-Gehaltes zu erhalten. Weitere Untersuchungen mit Hilfe von Methoden basierend auf HPLC werden zur Zeit durchgeführt.

Tab. 1: Bewertung der AFA-Algen
Prozentuale Verteilung bezogen auf die etablierte Höchstkonzentration für MC-LR in Algenprodukten

AFA-Produkte	MC-Konz. ≤ 0,5	0,5 < MC-Konz. > 1	MC-Konz. ≥ 1
Bezogen auf die Produkteinwaage	40 %	22 %	16 %
Bezogen auf die empfohlene max. Tagesdosis des Erzeugers	21 %	28 %	29 %

Ohne Beurteilung: 22 %

Abkürzungen

NOAEL = No Observed Adverse Effect Level, höchste Dosis ohne Wirkung
KG = Körpergewicht
TDI = Tolerable Daily Intake

Literatur

- [1] Hitzfeld et al., (2000): Environ Health Perspect, **108**(S1): 113-122
- [2] Maynes et al., (2006): J Mol Biol **356**: 111-120
- [3] Gilroy et al., (2000): Environ Health Perspect, **108**: 435-439
- [4] BgVV, Bundesinstitut für gesundheitl. Verbraucherschutz u. Veterinärmedizin (2001)
- [5] WHO (1999, 2003): World Health Organization, Geneva
- [6] Fawell et al., (1999): Human Exp Toxicol **18**: 162-167