



---

**Ausarbeitung**

---

**Beta-Methylamino-L-Alanine (BMAA)**

**Beta-Methylamino-L-Alanine (BMAA)**

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 017/22  
Abschluss der Arbeit: 22. Februar 2022  
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Verkehr, Ernährung und Landwirtschaft

---

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

---

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Hintergrund der Frage</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Risikoanalyse und Lebensmittelsicherheit in der EU und in Deutschland</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Stellungnahmen zuständiger Stellen</b>	<b>8</b>
4.1.	Bundesinstitut für Risikobewertung	8
4.2.	Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven	8
4.3.	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit	9
<b>5.</b>	<b>Weitere Quellen</b>	<b>9</b>

## 1. Fragestellung

Von Interesse ist, ob Meerestiere, die in Deutschland bzw. in der EU zum Verkauf angeboten werden, auf Beta-Methylamino-L-Alanine (BMAA) getestet werden, und wenn ja wie oft. Des Weiteren wurde nach Testzahlen bei importierten Meerestieren gefragt sowie nach Grenzwerten von BMAA für diese Lebensmittel und nach der Position involvierter Behörden.

## 2. Hintergrund der Frage

Hintergrund der Frage ist ein am 2. Januar 2022 im Guardian erschienener Artikel<sup>1</sup> über neurologische Krankheitssymptome bei jungen Erwachsenen im kanadischen New Brunswick, der einen möglichen Zusammenhang mit dem Verzehr von mit dem Neurotoxin BMAA infiltrierten Meerestieren herstellt.

Eine im Jahr 2014 erschienene Untersuchung<sup>2</sup> konnte das Neurotoxin in kommerziellen (auch importierten) Meeresfrüchten in Schweden nachweisen. Dort heißt es weiter, BMAA könne in der Natur von Cyanobakterien<sup>3</sup>, Diatomeen (Kieselalgen)<sup>4</sup> und Dinoflagellaten<sup>5</sup> produziert werden. Diese Plankton-Organismen seien sowohl in **aquatischen** als auch in **terrestrischen**<sup>6</sup> Umgebungen allgegenwärtig und würden als Primärproduzenten im Nahrungsnetz dienen. Aufgrund fehlender neurotoxikologischer Daten zu BMAA sei es nicht möglich, eine **Dosis-Wirkungs-Beziehung** abzuschätzen, aus der eine tolerierbare tägliche Aufnahmemenge für den Menschen abgeleitet werden könne. Nach Lance et al. (2018) ist das mit BMAA verbundene Gesundheitsrisiko

- 
- 1 Whistleblower warns baffling illness affects growing number of young adults in Canadian province, Several new cases in New Brunswick involve caretakers of those afflicted, suggesting a possible environmental trigger, [https://www.theguardian.com/world/2022/jan/02/neurological-illness-affecting-young-adults-canada?CMP=Share\\_iOSApp\\_Other](https://www.theguardian.com/world/2022/jan/02/neurological-illness-affecting-young-adults-canada?CMP=Share_iOSApp_Other).
  - 2 Jiang, Liying et al. (2014), Quantification of neurotoxin BMAA ( $\beta$ -N-methylamino-L-alanine) in seafood from Swedish markets, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5381377/>.
  - 3 „Cyanobacteria are widely spread in many freshwater and marine ecosystems. [...] Cyanobacteria can colonize water that is salty, brackish or fresh and are able to survive extremely low and high temperatures [...]. Cyanobacteria are also inhabitants of infertile substrates like desert sand and rocks [...]. Freshwater is the prominent habitat for cyanobacteria and different species are able to spread along the water column dominating the epilimnion or deeper water layers.“ (Quelle: Sanseverino, Isabella et al. (2016), Algal bloom and its economic impact, JRC, European Commission, S. 10, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC101253#:~:text=Many%20bloom%20episodes%20have%20significant,the%20economic%20impacts%20of%20HABs>, dann weiter zum Download.).
  - 4 <https://www.ifgeo.uni-bonn.de/abteilungen/palaeontologie/arbeitsgruppen/palaeobotanik/ag-litt/forschungsschwerpunkte/diatomeen>.
  - 5 <https://www.geochemie.ifg.uni-kiel.de/de/lehrmaterialien/bachelor/wintersemester/mnf-geow-bw12-1a-v-organische-geochemie/ws2018-19-dinoflagellaten.pdf>.
  - 6 Vgl. hierzu auch Krüger (2010), S. 12ff, [https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt\\_derivate\\_00020794/Kr%C3%BCger/Dissertation.pdf](https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00020794/Kr%C3%BCger/Dissertation.pdf). Esterhuizen, Maranda et al. (2019), Vegetables cultivated with exposure to pure and naturally occurring  $\beta$ -N-methylamino-L-alanine (BMAA) via irrigation, [https://www.researchgate.net/publication/329203893\\_Vegetables\\_cultivated\\_with\\_exposure\\_to\\_pure\\_and\\_naturally\\_occurring\\_beta-N-methylamino-L-alanine\\_BMAA\\_via\\_irrigation](https://www.researchgate.net/publication/329203893_Vegetables_cultivated_with_exposure_to_pure_and_naturally_occurring_beta-N-methylamino-L-alanine_BMAA_via_irrigation).

für den Menschen nach wie vor schwer zu bewerten, da der Nachweis und die Quantifizierung von BMAA und seinen natürlichen Isomeren **analytisch schwierig** sei.<sup>7</sup>

Das kanadische Office of the Chief Medical Officer of Health bezeichnet die zuvor beschriebenen Fälle in New Brunswick als „**Cluster eines neurologischen Syndroms unbekannter Ursache**“. Die Abteilung für Epidemiologie und Überwachung von New Brunswick veröffentlichte hierzu einen **Bericht**, der die Lebensmittelexpositionen der Betroffenen, ihre Freizeitaktivitäten und ihre Aufenthaltsorte protokollierte. Demnach gebe es keine Hinweise darauf, dass ein bestimmtes Lebensmittel wie Hummer, Waldbeeren oder auch Elch mit der Entwicklung neurologischer Symptome verbunden sei, da sonst in New Brunswick und in den benachbarten Provinzen oder Staaten mehr Fälle identifiziert werden müssten. Klinische und diagnostische Informationen würden derzeit von Mediziner\*innen überprüft, um festzustellen, ob alternative Diagnosen für die zu diesem potenziellen Cluster gehörenden Personen vorlägen, und ob weitere Untersuchungen erforderlich seien. Der vollständige Bericht ist unter dem folgenden Link abrufbar:

Public Health New Brunswick, Epidemiology and Surveillance Branch (2021), Investigation into a Neurological Syndrome of Unknown Cause: An Epidemiological Summary of Enhanced Surveillance Interviews, October 26<sup>th</sup>, 2021, <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/h-s/pdf/en/CDC/investigation-neurological-syndrome-unknown-cause.pdf>.

**Ergebnisse** der klinischen und diagnostischen Untersuchungen werden in den nächsten Wochen erwartet.<sup>8</sup>

In den kanadischen **Leitlinien zur Trinkwasserqualität** (technisches Dokument vom Januar 2021) heißt es zu BMAA: gegenwärtig bestünden große **Unsicherheiten** hinsichtlich der zum Nachweis von BMAA verwendeten **Methodik**, über das Ausmaß des **Vorkommens** in Cyanobakterienpopulationen, des Beitrags innerhalb der **Nahrungskette** und der Rolle von BMAA als **möglicher Risikofaktor** im Zusammenhang mit dem Amyotrophe Lateralsklerose/Parkinson-Demenz-Komplex (**ALS-PDC**). Weitere Untersuchungen seien erforderlich, bevor ein kausaler Zusammenhang zwischen BMAA und neurologischen Erkrankungen festgestellt oder ausgeschlossen werden könne. Gegenwärtig gebe es keine Beweise für gesundheitsschädliche Wirkungen, die speziell mit BMAA im Trinkwasser zusammenhängen. Die Entwicklungen zu diesem Thema würden weiterhin beobachtet:

„An emerging compound of interest is the unusual amino acid  $\beta$ -methylamino-L-alanine (BMAA). BMAA was first identified during exploratory studies into the high rate of amyotrophic lateral sclerosis/parkinsonism–dementia complex (ALS-PDC) observed among the Chamorro people of Guam. ALS-PDC is a neurodegenerative disease with symptoms

---

7 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5848184/>. Siehe auch Sanseverino, Isabella et al. (2017), Cyanotoxins: methods and approaches for their analysis and detection, Joint Research Centre (JRC), S. 34, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106478>, dann den Download starten.

8 „The second part of the investigation is a clinical review of each of the patients in the cluster. An oversight committee including six New Brunswick neurologists is expected to release its findings in the coming weeks, about eight months after beginning the review.“, 05.01.2022, <https://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/mystery-brain-disease-new-brunswick-1.6303781>.

similar to Parkinson's disease and Alzheimer's disease. Researchers investigating the issue reported that BMAA could be detected in brain tissues of ALS-PDC patients in Guam and Canada [...] and that BMAA could be found in cyanobacteria [...]. The further observation that BMAA could be detected in flying foxes (bats) led the researchers to hypothesize that BMAA could be subject to magnification up the food chain.

At present, there is much uncertainty in the evidence regarding the methodology used for the detection of BMAA, the scope of its occurrence in cyanobacterial populations, the contributions of food chain magnification and role of BMAA as a possible risk factor for ALS-PDC [...]. Further investigation is needed before a cause and effect relationship between BMAA and neurological disease can be established or discounted [...]. Presently, there is no evidence of adverse health effects specifically related to BMAA in drinking water. Developments on this topic will continue to be monitored.“<sup>9</sup>

Die **Forschung** zur chronischen Exposition von BMAA als mögliche Ursache für neurodegenerative Erkrankungen beim Menschen ist **im Entstehen** begriffen und wird derzeit kontrovers diskutiert.<sup>10</sup>

### 3. Risikoanalyse und Lebensmittelsicherheit in der EU und in Deutschland

Art. 14 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002<sup>11</sup> bestimmt, „dass Lebensmittel, die nicht sicher sind, nicht in Verkehr gebracht werden dürfen [...]. Bei der Entscheidung der Frage, ob ein Lebensmittel sicher ist oder nicht, spielt die von der EFSA durchzuführende Risikoanalyse eine ausschlaggebende Rolle. [...]. Da das gesamte europäische und mitgliedstaatliche Lebensmittelsicherheitsrecht [...] auf Risikoanalysen basieren muss (Art. 6), ist die Einholung einer wissenschaftlichen

---

9 Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – Cyanobacterial Toxins, Date modified: 2021-01-13, <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/guidelines-canadian-drinking-water-quality-guideline-technical-document-cyanobacterial-toxins-document.html>.

10 Vgl. u. a. Chernoff, N.; Faassen, E.; Hill, D. (2021), Chapter 2.7:  $\beta$ -Methylamino-L-alanine (BMAA). Edition 2, Chapter 2.7, In: WHO, Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland, 123-130, (2021). WHO (2021), 28 February 2021, S. 123ff, <https://www.who.int/publications/m/item/toxic-cyanobacteria-in-water---second-edition>. Chernoff, N. et al. (2017) A critical review of the postulated role of the non-essential amino acid, beta-N-methylamino-L-alanine, in neurodegenerative disease in humans. Journal of Toxicology & Environmental Health Part B: Critical Reviews 20:1–47, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6503681/>.

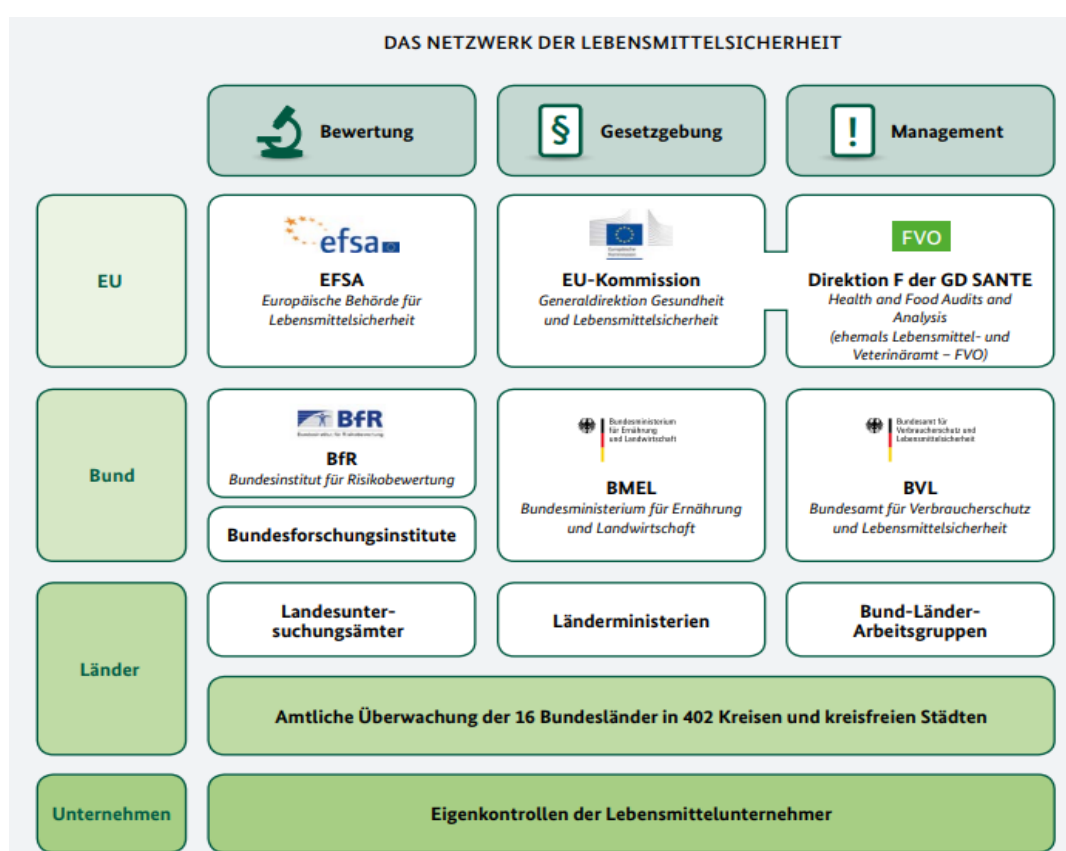
Dunlop, R. A. et al. (2021), Is Exposure to BMAA a Risk Factor for Neurodegenerative Diseases? A Response to a Critical Review of the BMAA Hypothesis, In: Neurotoxicity Research 39, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12640-020-00302-0>. Stroka, Joerg; Robouch, Piotr; Goncalves, Carlos (2021), Aspects of food and feed safety regarding the source of commodities used when rearing insects for consumption, The silent neurotoxins – Latherysm and Amyotrophic Lateral Sclerosis/Parkinsonism–Dementia Complex (ALS/PDC), S. 14, European Commission, JRC Technical Report, <https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/JRC124260-Report-Insect-Stroka.pdf>.

11 Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=DE>.

Stellungnahme oder Beratung durch EFSA in der Regel Voraussetzung dafür, dass die Entscheidungsträger auf EU- und nationaler Ebene überhaupt handeln können und dürfen; [...].“<sup>12</sup>

Beim Treffen der Discussion Group on Emerging Risks der European Food Safety Authority (EFSA) vom 9. – 10. Dezember 2021 wurde neben anderem das „cluster of neurological cases in Canada“ thematisiert.<sup>13</sup> Bislang hat die Europäische Kommission Höchstmengen für bestimmte marine Biotoxine festgelegt und auch Testmethoden zu deren Nachweis.<sup>14</sup> BMAA ist nicht darunter.

Das komplexe Netzwerk der Lebensmittelsicherheit zeigt die folgende Grafik:



BMEL (2021).<sup>15</sup>

Die Verantwortung für die Sicherheit der Lebensmittel liegt letztendlich und im Wesentlichen unter Einhaltung der rechtlichen Vorgaben beim Lebensmittelunternehmer (Eigenkontrollen). Die

<sup>12</sup> Klaus (2021), BasisVO/LFGB, Rn. 12, in: Streinz/Meisterernst, Verordnung (EG) Nr. 178/2002, Art. 22, Auftrag der Behörde, 1. Auflage 2021.

<sup>13</sup> <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/2022-01/26th%20StaDG-ER%20Minutes.pdf>.

<sup>14</sup> Vgl. <https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/marine-biotoxine-in-muscheln-und-fisch.pdf>.

<sup>15</sup> BMEL (2021), Lebensmittelsicherheit verstehen, Fakten und Hintergründe, <https://www.bmel.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Broschueren/Lebensmittelsicherheit-verstehen.pdf?blob=publicationFile&v=8>.

zuständigen Behörden der Länder führen die Überwachung dieser Eigenkontrollmaßnahmen durch.

#### 4. Stellungnahmen zuständiger Stellen

Eine Nachfrage beim Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), beim Niedersächsischen Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) und beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), ob in Deutschland und der EU zum Verkauf angebotene Meerestiere auf Beta-Methylamino-L-alanine (BMAA) getestet würden, und welche Grenzwerte es für BMAA gebe, führte zu folgendem Ergebnis:

##### 4.1. Bundesinstitut für Risikobewertung

Das wissenschaftlich unabhängige Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ermittelt neue gesundheitliche Risiken für Mensch und Tier, erarbeitet Empfehlungen zur Risikobegrenzung und kommuniziert diese.<sup>16</sup>

Auf eine Anfrage des Fachbereichs WD 5 antwortete das BfR am 14. Februar 2022, die Kontrolle angebotener Meerestiere in Deutschland obliege der Zuständigkeit der Länder. Im Rechtsbereich des Nationalen Referenzlabors zur Überwachung von marinen Biotoxinen werde BMAA nicht analysiert. Es existierten nach Kenntnis des BfR **keine nationalen noch europaweiten Grenzwerte** für BMAA im Bereich des Lebensmittelrechts zur Überwachung von 'Meerestieren'.

##### 4.2. Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven

Auch dem Institut für Fische und Fischereierzeugnisse Cuxhaven des Niedersächsischen Landesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) sind – laut Antwort an den Fachbereich – **keine Grenzwerte** für BMAA bekannt und auch die Toxikologie sei offensichtlich noch in der Diskussion. Ferner wurde auf eine Stellungnahme der französischen Lebensmittelüberwachungsbehörde ANSES<sup>17</sup> zu BMAA<sup>18</sup> hingewiesen: Die ANSES betone den Forschungsbedarf zu BMAA, insbesondere zur Durchführung von epidemiologischen Studien sowie zur Risikoabschätzung einschließlich der Expositionsabschätzung durch den Verzehr von Fischereierzeugnissen<sup>19, 20</sup>.

---

16 [https://www.bfr.bund.de/de/das\\_bundesinstitut\\_fuer\\_risikobewertung\\_bfr\\_-280.html](https://www.bfr.bund.de/de/das_bundesinstitut_fuer_risikobewertung_bfr_-280.html).

17 ANSES=French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety.

18 ANSES (2017), Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the acute and chronic toxicity of BMAA (beta-methylamino-L-alanine), Maisons-Alfort, 19 May 2017, <https://www.anses.fr/en/system/files/ERCA2016SA0012EN.pdf>.

19 ANSES (2017), Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the acute and chronic toxicity of BMAA (beta-methylamino-L-alanine), Maisons-Alfort, 19 May 2017, S. 14, <https://www.anses.fr/en/system/files/ERCA2016SA0012EN.pdf>.

20 E-Mail an den Fachbereich WD 5 vom 15. Februar 2022.



#### 4.3. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) übermittelte dem Fachbereich am 21. Februar 2022 folgende Antwort (gekürzt):

„Für die amtliche Überwachung von Lebensmitteln sind in Deutschland die Länder zuständig. Diese melden ihre Untersuchungsergebnisse, z. B. zu marinen Biotoxinen, aufgrund gesetzlicher Grundlagen und Verwaltungsvereinbarungen an das BVL.

Für das Cyanoalgentoxin BMAA wurde bisher noch kein Untersuchungsergebnis an das BVL gemeldet. Die vom BVL durchgeführte Auswertung des behördeninternen EU-Schnellwarnsystems RASFF über entsprechende Meldungen führte ebenfalls zu keinem Ergebnis. Ob unabhängig davon in den Ländern bereits auf BMAA untersucht wird, ist bisher nicht bekannt. Eine Abfrage diesbezüglich bei den Ländern und eine entsprechende Auswertung würde mehrere Wochen in Anspruch nehmen. Dass in anderen EU-Mitgliedstaaten auf BMAA in Lebensmitteln untersucht wird, kann nicht ausgeschlossen werden. [...]

Gesetzliche EU-weite oder nationale Grenzwerte zu BMAA in Lebensmitteln sind bisher nicht festgelegt. Ob in anderen EU-Mitgliedstaaten Grenzwerte für BMAA existieren, ist hier nicht bekannt. [...].“

#### 5. Weitere Quellen

ANSES (2017), Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the acute and chronic toxicity of BMAA (beta-methylamino-L-alanine), Maisons-Alfort, 19 May 2017, <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2016SA0012EN.pdf>.

ANSES (2020), Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety on the update of the risk assessment on the presence of cyanobacteria and their toxins in drinking water, recreational water and water intended for professional and recreational fishing activities, Maisons-Alfort, 15 May 2020, <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2015SA0207EN.pdf>.

Bishop, Stephanie L.; Murch, Susan J. (2019), A systematic review of analytical methods for the detection and quantification of  $\beta$ -N-methylamino-L-alanine (BMAA), Chemistry, University of British Columbia, Kelowna, British Columbia, Canada V1V 1V7, First published on 19th November 2019, <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2019/an/c9an01252d>.

Chernoff, N.; Faassen, E.; Hill, D. (2021), Chapter 2.7:  $\beta$ -Methylamino-L-alanine (BMAA). Edition 2, Chapter 2.7, In: WHO, Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland, 123-130, (2021). WHO (2021), 28 February 2021, S. 123ff, <https://www.who.int/publications/m/item/toxic-cyanobacteria-in-water---second-edition>.

Chernoff, N. et al. (2017) A critical review of the postulated role of the non-essential amino acid, beta-N-methylamino-L-alanine, in neurodegenerative disease in humans. Journal of Toxicology &

---

Environmental Health Part B: Critical Reviews 20:1–47, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6503681/>.

Dunlop, R. A. et al. (2021), Is Exposure to BMAA a Risk Factor for Neurodegenerative Diseases? A Response to a Critical Review of the BMAA Hypothesis, In: Neurotoxicity Research 39, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12640-020-00302-0>.

EFSA (2020), Info session on “Climate change as a driver of emerging risks for food and feed safety, plant, animal health and nutritional quality, 16 December 2020, [https://storage.politix.de/media/EU\\_EFSA\\_EN/pdf/2020-12/d5d418a7095160ca6c913281b9bb2e24.pdf](https://storage.politix.de/media/EU_EFSA_EN/pdf/2020-12/d5d418a7095160ca6c913281b9bb2e24.pdf).

Esterhuizen, Maranda et al. (2019), Vegetables cultivated with exposure to pure and naturally occurring  $\beta$ -N-methylamino-L-alanine (BMAA) via irrigation, [https://www.researchgate.net/publication/329203893\\_Vegetables\\_cultivated\\_with\\_exposure\\_to\\_pure\\_and\\_naturally\\_occurring\\_beta-N-methylamino-L-alanine\\_BMAA\\_via\\_irrigation](https://www.researchgate.net/publication/329203893_Vegetables_cultivated_with_exposure_to_pure_and_naturally_occurring_beta-N-methylamino-L-alanine_BMAA_via_irrigation).

Gärtner, G.; Stoyneva-Gärtner, M.; Uzunov, B. (2021), Algal Toxic Compounds and Their Aeroterrestrial, Airborne and other Extremophilic Producers with Attention to Soil and Plant Contamination: A Review, <https://www.mdpi.com/2072-6651/13/5/322>.

Grastilleur, Charlotte (2017), Facing new facts: marine biotoxins as a challenge for food safety, Deputy director for risk assessment (food – nutrition), Scientific director for food safety, <https://mobil.bfr.bund.de/cm/349/facing-new-facts-marine-biotoxins-as-a-challenge-for-food-safety.pdf>.

Higman W. A. et al. (2014), FINAL REPORT, Research to Support the Development of a Monitoring Programme for New or Emerging Marine Biotoxins in Shellfish in UK Waters, FS513005, 15th March 2014 , [https://www.foodstandards.gov.scot/downloads/Final\\_Report\\_-\\_Research.pdf](https://www.foodstandards.gov.scot/downloads/Final_Report_-_Research.pdf).

ICES (2017), Report of the ICES - IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics (WGHABD), 25-28 April 2017, Helsinki, Finland, [https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/SSGEPD/2017/WGHABD%202017\\_Full%20report.pdf](https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/SSGEPD/2017/WGHABD%202017_Full%20report.pdf).

ICES (2015), Interim Report - IOC Working Group on Harmful Algal Bloom Dynamics (WGHABD), 13-18 April 2015, Lisbon, Portugal, S. 59, [https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/SSGEPD/2015/WGHABD%202015\\_Full%20report.pdf](https://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/SSGEPD/2015/WGHABD%202015_Full%20report.pdf)

Jezussek, M. (2018), Erfahrungsbericht aus Sicht der Lebensmittelüberwachung BfR-Workshop – Bewertung von Rückständen und Kontaminanten in verarbeiteten Lebens- und Futtermitteln 25./26. Oktober 2018, Berlin, <https://www.bfr.bund.de/cm/343/erfahrungsbericht-aus-sicht-der-lebensmittelueberwachung.pdf>.

Koutsoumanis, Kostas et al. (2019), Update of the list of QPS-recommended biological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 10: Suitability of taxonomic units notified to EFSA until March 2019, EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), <https://efsa.online-library.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2019.5753>.

- 
- Lage, S. et al. (2019), Kinetics of  $\beta$ -N-methylamino-L-alanine (BMAA) and 2, 4-diaminobutyric acid (DAB) production by diatoms: the effect of nitrogen, *European Journal of Phycology*, 54, 115–125, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09670262.2018.1508755>.
- Lance, E. et al. (2018), Occurrence of beta-N-methylamino-l-alanine (BMAA) and Isomers in Aquatic Environments and Aquatic Food Sources for Humans, *Toxins (Basel)*, 10, <https://www.mdpi.com/2072-6651/10/2/83>.
- Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg (2020), Jahresbericht 2019/2020, S. 44, [https://www.gesundheitsamt-bw.de/fileadmin/LGA/Startseite/Deutsch/Oeffentlicher\\_Gesundheitsdienst\\_BW/LGA/DocumentLibraries/Documents/Jahresbericht\\_2019\\_20.pdf](https://www.gesundheitsamt-bw.de/fileadmin/LGA/Startseite/Deutsch/Oeffentlicher_Gesundheitsdienst_BW/LGA/DocumentLibraries/Documents/Jahresbericht_2019_20.pdf).
- Manolidi, Korina et al. (2019), Neurotoxin BMAA and its isomeric amino acids in cyanobacteria and cyanobacteria-based food supplements, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389418310021>.
- Nunes-Costa, Daniel et al. (2020), Microbial BMAA and the Pathway for Parkinson's Disease Neurodegeneration, *Front. Aging Neurosci.*, 07 February 2020, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2020.00026/full>.
- Preiß-Weigert, Angelika (2018), Auswirkungen der Verarbeitung auf Gehalte an Marinen Biotoxinen in Muscheln, <https://www.bfr.bund.de/cm/343/auswirkungen-der-verarbeitung-auf-gehalte-an-marinen-biotoxinen-in-muscheln.pdf>.
- Rauk, Arvi (2018),  $\beta$ - N-Methylamino-l-alanine (BMAA) Not Involved in Alzheimer's Disease, [https://www.researchgate.net/publication/324498458\\_beta-N-Methylamino-l-alanine\\_BMAA\\_Not\\_Involved\\_in\\_Alzheimer's\\_Disease](https://www.researchgate.net/publication/324498458_beta-N-Methylamino-l-alanine_BMAA_Not_Involved_in_Alzheimer's_Disease).
- Regueiro, Jorge et al. (2017), Dietary exposure and neurotoxicity of the environmental free and bound toxin  $\beta$ -N-methylamino-l-alanine, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996917303599>.
- Réveillon, D. et al. (2016), Production of BMAA and DAB by diatoms (*Phaeodactylum tricorutum*, *Chaetoceros* sp., *Chaetoceros calcitrans* and *Thalassiosira pseudonana*) and bacteria isolated from a diatom culture. *Harmful Algae*, 5 8, 45–50, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1568988316302013?via%3Dihub>.
- Sanseverino, Isabella et al. (2016), Algal bloom and its economic impact, JRC, European Commission, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC101253#:~:text=Many%20bloom%20episodes%20have%20significant,the%20economic%20impacts%20of%20HABs>, dann weiter zum Download.
- Salomonsson, M. L. et al. (2015), Seafood sold in Sweden contains BMAA: A study of free and total concentrations with UHPLC-MS/MS and dansyl chloride derivatization. *Toxicol Rep*, 2, 1473–1481, <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2019.5753>.
- Stroka, Joerg; Robouch, Piotr; Goncalves, Carlos (2021), Aspects of food and feed safety regarding the source of commodities used when rearing insects for consumption, *The silent neurotoxins –*

---

Latherysm and Amyotrophic Lateral Sclerosis/Parkinsonism–Dementia Complex (ALS/PDC), S. 14, European Commission, JRC Technical Report, <https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/JRC124260-Report-Insect-Stroka.pdf>.

Testai, E. et al. (2016), Review and analysis of occurrence, exposure and toxicity of cyanobacteria toxins in food Istituto Superiore di Sanità-Rome Italy ANSES- Maisons-Alfort and Fougères, France, S. 31f, S. 67ff, S. 107f, <https://efsa.online-library.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2016.EN-998>.

Umweltbundesamt (2012), Current approaches to Cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/publikationen/4390.pdf>.

Violo, Jake P. et al. (2019), Production of  $\beta$ -methylamino-L-alanine (BMAA) and Its Isomers by Freshwater Diatoms, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31480725/>.

Wang, Chao et al. (2021), Food web biomagnification of the neurotoxin  $\beta$ -N-methylamino-L-alanine in a diatom-dominated marine ecosystem in China, Research paper, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438942032207X>.

Zurita, Javier (2018), Amino acids with relevance to health, climate and the environment, Development of mass spectrometric methods, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1240260/FULLTEXT02.pdf>.

\*\*\*