

Steckbrief Benzotriazole

Benzotriazole sind organische Substanzen, die sowohl in der Industrie als auch in Haushalten verschiedene Anwendungsbereiche haben und in der Umwelt aufgrund ihrer mobilen und meist langlebigen Eigenschaften vielfach nachgewiesen werden [1, 2, 3]. Der wichtigste und bezüglich der chemischen Struktur einfachste Vertreter der Stoffgruppe der Benzotriazole ist das 1H-Benzotriazol, auf dem daher im Folgenden der Fokus liegen wird. Weitere wichtige Vertreter mit regelmäßigen Befunden in der Umwelt sind 4-Methyl-1H-Benzotriazol sowie das 5-Methyl-1H-Benzotriazol, die aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit meist gemeinsam in einem Analyseverfahren bestimmt und als Summenparameter zusammengefasst werden.

Benzotriazol-Verbindungen haben vielfältige Einsatzbereiche und werden unter anderem als Korrosionsschutzmittel in Kühlflüssigkeiten beispielsweise bei der Metallbearbeitung und bei technischen Anlagen wie Kühlkreisläufen [4, 5, 6, 14] sowie in Entkalkungstabletten [7] eingesetzt.

Weiterhin finden Benzotriazole Anwendung in Solarzellen [10], medizinischen Anwendungen [14] oder als UV-Filter in Kunststoffen und teilweise auch in Kosmetika sowie Sonnenschutzmitteln [8, 9, 20].

Eintragspfade

Durch den Einsatz von Benzotriazolen als Geräte- und Silberschutz in Geschirrspül- und Reinigungsmitteln bzw. in Spülmaschinentabs kommt es zu einem kontinuierlichen direkten Eintrag ins häusliche Abwasser und damit in den Wasserkreislauf [5, 8].

In Kläranlagen können Benzotriazole mit den derzeitigen Verfahren der Abwasserbehandlung nur unzureichend zurückgehalten werden, sodass sie über den Abwasserpfad in die Oberflächengewässer gelangen [2, 5]. Aufgrund der mobilen Eigenschaft kann das mit Benzotriazolen belastete Oberflächenwasser durch Versickerung anschließend in das Grundwasser gelangen [5], dessen Reinheit insbesondere aufgrund der Verwendung als Rohwasser zur Trinkwasseraufbereitung von besonderer Bedeutung ist [11].

Vorkommen in Gewässern des Hessischen Rieds

In hessischen Oberflächengewässern werden Benzotriazol-Verbindungen seit einigen Jahren regelmäßig im $\mu\text{g/l}$ -Bereich nachgewiesen [1, 2].

In den Jahren 2016 bis 2021 betrug der arithmetische Mittelwert von 1H-Benzotriazol über alle Oberflächenwassermessstellen in Hessen, an denen mindestens 10 Messwerte im Jahr vorlagen, $1,67 \mu\text{g/l}$. Für die Messstellen im Hessischen Ried lag dieser Wert fast doppelt so hoch bei $3,04 \mu\text{g/l}$.

Im Jahr 2017 wurde im Mühlbach bei Groß-Gerau eine Maximalkonzentration von $15,3 \mu\text{g/l}$ für 1H-Benzotriazol gemessen.

In den letzten Jahren haben die Konzentrationen von Benzotriazol-Verbindungen an den meisten Oberflächenwassermessstellen in Hessen zugenommen.

Auch im Grundwasser werden Benzotriazole an einigen Messstellen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Bei einer Grundwasserbeschaffenheitsmessung in Raunheim wurde im Jahr 2016 eine Höchstkonzentration von $2,67 \mu\text{g/l}$ für 4-Methyl-1H-Benzotriazol festgestellt.

Messwerte und Statistiken zu Nachweisen von Benzotriazolen an hessischen Grundwassermessstellen können im [Grundwasserschutz-Viewer](#) in Tabellenform oder als Diagramm abgerufen werden.

Öko- und humantoxikologische Einordnung

1H-Benzotriazol und seine Transformationsprodukte 4- und 5-Methyl-1H-Benzotriazol zeigen eine geringe biologische Abbaubarkeit und werden als langlebig und mobil in der Umwelt eingestuft [2]. Eine Aufkonzentrierung in Organismen (Anreicherung im Fettgewebe) ist auszuschließen [14, 15].

Akute Effekte wurden für verschiedene Wasserorganismen nur bei höheren, nicht umweltrelevanten Konzentrationen beobachtet. 1H-Benzotriazol ist aufgrund der gemessenen Effektkonzentrationen von der EU nicht als akut toxisch für Wasserorganismen, jedoch als langfristig gewässergefährdend eingestuft [2, 14]. 1H-Benzotriazol steht im Verdacht, krebserregende Wirkungen beim Menschen und hormonelle Wirkungen bei Organismen in der (aquatischen) Umwelt zu haben [2, 18], was derzeit weiter untersucht wird. Zusätzlich sind neurotoxische Eigenschaften bekannt [19].

Die PNEC (predicted no effect concentration = Konzentration, bei der noch keine Effekte auf das Ökosystem auftreten) für Süßwasser, liegt laut der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) für 1H-Benzotriazol bei 97 µg/l [12]. Daraus ergibt sich, dass bei den gemessenen Konzentrationen in Oberflächengewässern des Hessischen Rieds aktuell nicht von negativen Effekten auf Gewässerorganismen auszugehen ist.

Aufgrund der langlebigen und mobilen Eigenschaften kann 1H-Benzotriazol die Trinkwasseraufbereitung beeinträchtigen [2] – ein Grenzwert für Benzotriazole im Trinkwasser existiert in Deutschland bisher nicht.

Vom Umweltbundesamt (UBA) wurde für 1H-Benzotriazol ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) von 3,0 µg/l für Trinkwasser festgelegt [21]. Bei Einhaltung des GOW, der ein Vorsorgewert ist, sind ausreichend sicher keine Gesundheitsbeeinträchtigungen beim Menschen zu erwarten [13].

Dieser Wert wird im hessischen Trinkwasser derzeit nicht überschritten. Die nachgewiesenen Werte liegen beispielsweise in den Versorgungsgebieten zweier Wasserversorger bei höchstens 0,06 µg/l pro Einzelstoff und damit deutlich unter den o.g. Werten (Faktor > 50).



Abbildung 1: Jeweils aktuellster Jahresmittelwert von 1H-Benzotriazol aus dem Untersuchungszeitraum 2016 - 2021

Vermeidungs- und Minderungsmöglichkeiten der Einträge

Zum Schutz der aquatischen Umwelt und der menschlichen Gesundheit ist aus Vorsorgegründen Handlungsbedarf zur Verringerung der Einträge von Benzotriazolen in die Umwelt gegeben.

Untersuchungen haben gezeigt, dass Geschirrspülmittel ohne Benzotriazole ebenfalls sehr gute Reinigungsergebnisse erzielen und Benzotriazole als Inhaltsstoffe daher nicht notwendig sind [16]. So haben in der Ausgabe 08/2023 der Zeitschrift „test“ (herausgegeben von der Stiftung Warentest) von vier getesteten Ökoprodukten, in denen keine Benzotriazole eingesetzt werden, drei das Gesamturteil „gut“ erhalten [24].

Auf der Verpackung eines Geschirrspülmittels müssen die Inhaltsstoffe nicht vollständig angegeben werden. Nach der Detergentienverordnung sind die Hersteller entsprechender Produkte jedoch dazu verpflichtet, alle Inhaltsstoffe öffentlich zugänglich zu machen – diese sind auf den Internetseiten der Hersteller einzusehen. Einfacher sind umweltfreundliche Alternativen ohne Benzotriazole an Umweltsiegeln wie dem „Blauen Engel“ oder den Siegeln von ECOCERT oder NCP (Natural Care Product) zu erkennen [16]. Des Weiteren existieren derzeit frei verfügbare Apps, um sich über Inhaltsstoffe und Stoffinformationen u.a. von Kosmetikprodukten und Sonnenschutzmitteln zu informieren.

Auch bei Entkalkungsmitteln – beispielsweise für Kaffeeautomaten – sollte aus Umweltschutzgründen darauf geachtet werden, dass keine Benzotriazole enthalten sind. Eine gute Wirksamkeit zur Entkalkung besitzen auch umweltfreundlichere Alternativen wie Zitronensäure oder Essig [17].

Da auch in einigen Sonnenschutzmitteln Benzotriazole als UV-Filter eingesetzt werden [9, 20], ist die Verwendung von Benzotriazol-freien Sonnenschutzmitteln empfehlenswert [22, 23].

Somit können Verbraucherinnen und Verbraucher durch die Wahl Benzotriazol-freier Produkte einen wichtigen Beitrag dafür leisten, dass die Einträge von Benzotriazolen in den Wasserkreislauf verringert und somit unsere Gewässer und unser Trinkwasser vor Belastungen geschützt werden.

Quellenangaben / Literatur

- 1) <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-015-2469-4>
- 2) <https://www.dialog-spurenstoffstrategie.de/spurenstoffe-wGlobal/wGlobal/scripts/accessDocument.php?forceDownload=0&document=%2Fspurenstoffe-wAssets%2Fdocs%2FCheckliste-Relevanzbewertung-1H-Benzotriazol.pdf>
- 3) <https://analyticalscience.wiley.com/doi/10.1002/gitfach.1520>
- 4) <https://www.dialog-spurenstoffstrategie.de/spurenstoffe-wAssets/docs/211111-TOP-3.2.4-Verwendung-in-der-Metallverarbeitung-Zuebert-Baumgaertel.pdf>
- 5) <http://www.grundwasserdatenbank.de/bilder/pdf/Fachbeitrag%202014.pdf>
- 6) https://www.dialog-spurenstoffstrategie.de/spurenstoffe-wAssets/docs/2023-06-19_Abschlussdokument_RT_Benzotriazol.pdf
- 7) https://de.jura.com/-/media/global/pdf/produktinformationsblatt/Produktinformationsblatt_Entkalkungstabs.pdf?la=de&hash=10519018B25D4FE83B016AD0C3B10254&em_force=true
- 8) [20160126_lawa_bericht_mikroschadstoffe_in-gewaessern_final_1555580704.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/10596/dokumente/221214_informationsdokument_-_verringerung_des_eintrages_von_benzotriazol.pdf)
- 9) https://link.springer.com/chapter/10.1007/7081_2015_198
- 10) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.202203044>
- 11) https://www.hlnug.de/fileadmin/shop/publikationen/wasser/grundwasser/Grundwasserbeschaffenheitsbericht_2017.pdf
- 12) <https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/14234/6/1>
- 13) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers/gesundheitslicher-orientierungswert-gow>
- 14) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/10596/dokumente/221214_informationsdokument_-_verringerung_des_eintrages_von_benzotriazol.pdf
- 15) <https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/14234/6/1>
- 16) <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/projekt-schadstoffberatung/schadstoffberatung-waschen-putzen-reinigen/schadstoff-in-spuelmaschinentabs-50075>
- 17) <https://www.smarticular.net/zitronensaure-entkalken-hausmittel-waschmaschine-geschirrspueler/>
- 18) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25048901/>
- 19) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/3527600418.mb9514kskd0067>
- 20) https://www.umweltprobenbank.de/upb_static/fck/download/20160112_Abschlussbericht_Phenol-Benzotriazole_final.pdf
- 21) <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/gow-liste-pdf>
- 22) <https://utopia.de/ratgeber/was-taugen-bio-sonnencremes-wirklich-mineralisch-uv-filter-nano-lichtschutzfaktor/>
- 23) https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/publikationen/umid-02-20-uv-filter_in_sonnenschutzmitteln.pdf
- 24) Zeitschrift „test“ der Stiftung Warentest, Ausgabe 08/2023, Seite 56 - 61: „Universal Tellerwäscher – Spülmaschinentabs“

Letzter Aufruf erfolgte jeweils am 01.09.2023.

Letzte Aktualisierung des Steckbriefes erfolgte am 01.09.2023.