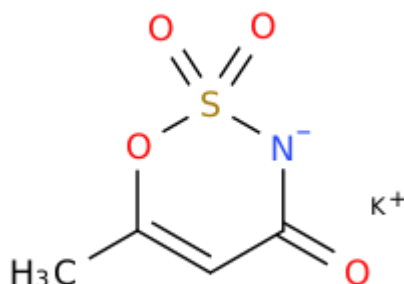


Stand: Mai 2024

Kurzdossier Spurenstoffe

Stoffname: Acesulfam-K (E950)
CAS-Nr: 55589-62-3

IUPAC-Name: 6-Methyl-3,4-dihydro-1,2,3-oxathiazin-4-on-2,2-dioxid 6-Methyl-1,2,3-oxathiazin-4(3H)-on-2,2-dioxid


 Wasserlöslichkeit: 210-270 g/L (10°C)¹; 270 g/L (20°C)¹

 Dissoziationskonstante(n): pK_a = 2 (25°C)², negativ geladen unter Umweltbedingungen

Der Fokus der vorliegenden Relevanzbewertung liegt auf Deutschland. Sie gründet auf Umweltbeobachtungsdaten aus der Bundesrepublik Deutschland. Daten aus anderen Ländern können als zusätzliche Interpretationshilfe herangezogen werden.

Dieses Kurzdossier umfasst ausschließlich die für die Bewertung der Relevanz erforderlichen Informationen. Die Bewertung erfolgt auf dem aktuellen Stand des Wissens.

Anwendung

Acesulfam-K wird u.a. als synthetisches, hitzebeständiges Süßungsmittel, in Kosmetika (v.a. Zahnpflegemitteln wie Mundwasser, Zahnpasten), Arzneimitteln und Futtermitteln eingesetzt. Unter REACH ist es in Mengen $\geq 1\,000$ bis $< 10\,000$ t/a registriert.³

Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Gewässern und Biota

Bezug/Betrachtungseinheit	Jahr und Monitoringdaten [$\mu\text{g/L}$]	Quelle
Oberflächengewässer, Deutschland	2019 – 2021 (72 Messstellen, 7 Bundesländer) • 0,039 – 1,14 (Jahresmittelwerte) • 0,051 – 3,5 (Maximalwerte) • 0,002 – 0,05 (BG)	⁴
Oberflächengewässer (Rhein, Neckar, Donau, Main), Deutschland	2008, 2009 (n = 23) • 0,27-2,7 (Mittelwerte) • 0,002 (BG)	⁵
Oberflächengewässer, Deutschland	2016 (n=18) • 100% (Detektionshäufigkeit) • 0,67 (Mittelwert) • 0,57 (Median)	⁶

Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Gewässern und Biota

	• 1,4 (Maximalwert) • 0,045 (Minimalwert) • 0,001 (BG) 2013 (n=65) • 96 % (Detektionshäufigkeit) • 1,219 (Median) • 7,945 (Maximalwert) • 0,001 (BG)	7
Kläranlagenabfluss, Deutschland	2009 • 70 g/d (Tagesfracht) • 4 - 50 • 0,002 (BG)	5
Kläranlagenabfluss, Deutschland	2016 (n=8) • 100% (Detektionshäufigkeit) • 1,6 (Mittelwert) • 1,5 (Median) • 3,4 (Maximalwert) • 0,93 (Minimalwert) • 0,005 (BG)	5

Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Roh- und Trinkwasser

Bezug/Betrachtungseinheit	Jahr und Monitoringdaten [$\mu\text{g/L}$]	Quelle
Grundwasser, Deutschland	2016 (n=15) • 93% (Detektionshäufigkeit) • 0,82 (Mittelwert) • 0,3 (Median) • 6,1 (Maximalwert) • <0,001 (Minimalwert) • 0,001 (BG)	6
Trinkwasser, Deutschland	2016 (n=1) • 0,35	6
Trinkwasser, Deutschland	2013 1,98 bis 2,44	7
Trinkwasser, Deutschland	2009 (n=1) 0,76 (Maximalkonzentration)	8
Trinkwasser, Deutschland	Daten von sieben Wasserversorgungsunternehmen mit einer betreuten Trinkwassermenge von 1000 Mio. m³ pro Jahr aus 2017-2023: Grundwasser; > 19 Messstellen; 584 Messungen; BG = 0,01-0,1 • < BG (Minimalkonzentration) • 0,1 – 0,2 (Mediankonzentration) • 0,2 – 2,1 (Maximalkonzentration)	9

Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Roh- und Trinkwasser

- 0 – 95% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Rohwasser (aus Grundwasser); 3 Messstellen; 338 Messungen; BG = 0,01

- < BG – 0,019 (Minimalkonzentration)
- 0,02 – 0,03 (Mediankonzentration)
- 0,021 – 0,09 (Maximalkonzentration)
- 71 – 100% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Rohwasser (aus Uferfiltrat/ Grundwasser); 2 Messstellen; 117 Messungen; BG = 0,1

- < BG – 0,3 (Minimalkonzentration)
- 0,12 – 0,63 (Mediankonzentration)
- 0,56 – 2,5 (Maximalkonzentration)
- 35 – 99% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Rohwasser (aus Uferfiltrat); 2 Messstellen; 5 Messungen; BG = 0,01

- 0,017 – 0,033 (Minimalkonzentration)
- 0,023 – 0,033 (Mediankonzentration)
- 0,028 – 0,033 (Maximalkonzentration)
- 100% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Rohwasser (aus Flusswasser, z.T. Aufbereitung durch Aktivkohlefiltration); 10 Messstellen; 512 Messungen; BG = 0,01-0,03

- < BG – 0,17 (Minimalkonzentration)
- 0,12 – 0,38 (Mediankonzentration)
- 0,4 – 1,5 (Maximalkonzentration)
- 93 – 100% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Trinkwasser (aus angereichertem Grundwasser, in geringen Anteilen Uferfiltration, z.T. Aufbereitung mit Ozonung und Aktivkohlefiltration); 8 Messstellen; 157 Messungen; BG = 0,01

- < BG – 0,13 (Minimalkonzentration)
- 0,043 – 0,15 (Mediankonzentration)
- 0,087 – 0,35 (Maximalkonzentration)
- 80 – 100% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Trinkwasser (aus Grundwasser, z.T. in geringen Anteilen Uferfiltration oder Aufbereitung mit Aktivkohlefiltration); 28 Messstellen; 151 Messungen; BG = 0,01-0,03

- < BG – 0,28 (Minimalkonzentration)
- < BG – 0,31 (Mediankonzentration)
- < BG – 0,34 (Maximalkonzentration)
- 0 – 100% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Trinkwasser (aus Fluss- und Grundwasser); 2 Messstellen; 42 Messungen; BG = 0,01

- < BG (Minimalkonzentration)
- 0,023 – 0,03 (Mediankonzentration)
- 0,08 – 0,09 (Maximalkonzentration)
- 95% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)

Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Roh- und Trinkwasser

	Trinkwasser (Uferfiltrat/ Grundwasser); 8 Messstellen; 897 Messungen; BG = 0,1 • < BG – 0,19 (Minimalkonzentration) • < BG – 0,48 (Mediankonzentration) • 0,11 – 0,89 (Maximalkonzentration) • 5 – 100% (rel. Anteil der Positivbefunde > BG)	
--	--	--

Stoffeigenschaften gemäß Relevanzkriterien

	Bezugswert / Triggerwert	Daten für jeweiligen Stoff	Bewertung der Besorgnis (<i>Besorgnis durch „+“ bzw. keine durch „-“ gekennzeichnet</i>)
Persistenz/ biologische Abbaubarkeit	Persistent, wenn „nicht leicht biologisch abbaubar“ / „nicht inhärent abbaubar“ oder gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung ¹⁰ und zugehörigem Leitfaden ¹¹	Nicht leicht biologisch abbaubar (OECD 301 A)¹² nicht inhärent abbaubar (DIN 38412 Part 25)¹² eingestuft als vP („very persistent“)¹²	+
Mobilität/ Adsorptionsfähigkeit	Mobil (M): log K _{OC} < 3 Sehr mobil (vM): log K _{OC} < 2 ¹³	K_{OC} = 0,607 L/kg¹² log K_{OC} = -0,217¹² „vM“ very mobile (sehr mobil)	+
Humantoxizität (auf Basis von CLP)	Humantoxisch, wenn die Kriterien zur Klassifizierung nach CLP-Verordnung Kategorie Kanzerogen (1A, 1B) oder Keimzellmutagen (1A, 1B) oder Reproduktionstoxisch (Kategorie 1A, 1B, 2) oder STOT RE (1, 2) erfüllt sind ¹⁴	Keine Einstufung ¹²	Keine Bewertung
Ökotoxizität (akut/chronisch; Standardtests)	Ökotoxisch, wenn LC₅₀/EC₅₀ < 0,1 mg/L oder NOEC < 0,01 mg/L gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung¹⁰ und zugehörigem Leitfaden¹¹ (nicht ökotoxisch, wenn EC₅₀ > Wasserlöslichkeit)	Chronische Toxizität, Fisch Zebrabärbling (<i>Danio rerio</i>), „Early-life stage“ Toxizitätstest (OECD 210): LOEC > 22 mg/L¹² NOEC > 22 mg/L¹² Akute Fisch Toxizität (OECD 203):	-

Stoffeigenschaften gemäß Relevanzkriterien

	LC₅₀ (<i>Danio rerio</i>, 96 h) = 1800 mg/L ¹² Akute Invertebraten Toxizität (OECD 202): EC₅₀ (<i>Daphnia magna</i>, 24 h) > 1000 mg/L ¹² Chronische Invertebraten Toxizität (OECD 211): NOEC (<i>Daphnia magna</i>, 21 d) ≥ 100 mg/L ¹²	
--	---	--

Gleichwertige zusätzliche Besorgnisgründe

	Bewertungsgrundlage	Bewertung
Bioakkumulation/ Lipophilie	BCF = 3 ¹² Log K _{ow} = -2,35 (23°C) ¹²	Kein/ geringes Risiko für Bioakkumulation ¹²
Aquatische Toxizität	Subletale Effekte: - Anstieg von Biomarkern für oxidativen Stress im Goldfisch (<i>Carassius auratus</i>) bei 0,05 und 149 µg/L Acesulfam Exposition ¹⁵ - Neurotoxische Effekte (Störung des Verhaltens und Neurotransmitter-Level) auf adulte <i>D. rerio</i> im Konzentrationsbereich des NOECs ¹⁶ - Verändertes Schwimmverhalten, Effekte auf Acetylcholinesterase und oxidativer Stress bei <i>D. rerio</i> nach viermonatiger Exposition (50, 75, 125 µg/L) ¹⁷ - Effekte auf Schwimmverhalten, Herzschlagrate und Acetylcholinesterase auf <i>D. magna</i> ab 10 bzw. 100 bzw. 1 µg/L ¹⁸	Subletale Effekte in niedrigeren Konzentrationen vorhanden

Gleichwertige zusätzliche Besorgnisgründe

Transformationsprodukte	Persistentes und mobiles Abbauprodukt: - Sulfamidsäure (Amidosulfonsäure), in der Pilotphase des Stakeholderdialogs vom Gremium zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen (GBRS) als relevanter Spurenstoff eingestuft Hinweis auf toxischere Transformationsprodukte durch erhöhte Toxizität von Acesulfam nach UV-Bestrahlung: - Erhöhter oxidativer Stress in exponierten Organismen (Akkumulation von Hydroxylradikalen und Lipidperoxidation) ¹⁹	Es entstehen Transformationsprodukte mit höherer Ökotoxizität und wassergefährdendem Potential
Verhalten in Kläranlagen	Acesulfam wird in Kläranlagen kaum abgebaut und gilt daher auch als Abwasser-Marker für Oberflächenwasser und Grundwasser ²⁰ <u>Abbau in Kläranlagen (Elimination %, ± SD):</u> Deutschland: – -34 – 25 (n = 5 unterschiedliche WWTPS inklusive Aktivkohlefiltration) ²¹ – 30 – 97 (n = 13 konventionelle WWTPs) ²² – 85 (n = 9 konventionelle WWTPs, mit saisonalem Unterschied durch Temperaturschwankung) ²³ Schweiz (4 Reinigungsstufen): -9 ± 28 ²⁴ Elimination in % durch: – Aktivkohlefiltration: 17 -25 ⁸ – Chlorung: 20 ²⁵ – UV-Bestrahlung: 5,62 ± 5,57 ²⁶ – Ozonung: 44 - 60 nach 18 bzw. 31 Minuten ⁸	Keine Elimination in Kläranlagen mit den Reinigungsstufen: mechanisch, biologisch, chemisch und Sandfiltration ²⁰ Neuere Studien geben den Hinweis, dass ein mikrobieller Abbau in WWTPs unter bestimmten Voraussetzungen möglich und effizient ist ^{22,23}

Weitere Informationen und Bezugswerte

	Bezugswerte, Einstufungen	Bewertung und ggfs. Vergleich mit Monitoringdaten
ADI- und Trinkwasserleitwert	ADI = 9 mg/kg Körpergewicht ²⁷ LW _{TW} = 30 mg/L ²⁸	Die gemessenen Trinkwasserkonzentrationen liegen deutlich unter dem Trinkwasserleitwert
PNEC	PNEC _{aquatic (freshwater)} = 2,2 mg/L Sicherheitsfaktor 10 ³	Die PNEC liegt über den gemessenen Konzentrationen in der aquatischen Umwelt
WGK-Einstufung	Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 „schwach wassergefährdend“ ²⁹	
Beurteilungswert für Oberflächengewässer	Präventivwert (PV) = 0,1 µg/L (JD) ³⁰	wird überschritten

Entscheidung des Gremiums zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen

Basierend auf dem vorliegenden Kurzdossier wurde am 09.04.2024 folgende Entscheidung zur Relevanz des Stoffes gefällt: Acesulfam ist ein relevanter Spurenstoff.

Es sind im Rahmen dieser Bewertung ausreichend Stoffdaten in qualitativ adäquater Form verfügbar.

Acesulfam ist persistent und sehr mobil. Es wird regelmäßig in Oberflächengewässern und Rohwasser als auch im Trinkwasser nachgewiesen, weil der Stoff mit den konventionellen Methoden der Wasseraufbereitung nicht eliminiert werden kann. Unter bestimmten Voraussetzungen können Transformationsprodukte wie Sulfamidsäure entstehen. Sulfamidsäure wurde vom Gremium zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen bereits als relevanter Spurenstoff eingestuft. Entsprechend der aufgeführten Besorgnisgründe, aufgrund des Vorkommens in der Umwelt, unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips sowie aus trinkwasserhygienischer Sicht wird Acesulfam als relevanter Spurenstoff eingestuft.

Quellen

- (1) Lewis, K.; Tzilivakis, J. Review and Synthesis of Data on the Potential Environmental Impact of Artificial Sweeteners. *EFSA Supporting Publications* **2021**, *18* (10), 6918E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2021.EN-6918>.
- (2) Froloff, N.; Lloret, E.; Martinez, J.-M.; Faurion, A. Cross-Adaptation and Molecular Modeling Study of Receptor Mechanisms Common to Four Taste Stimuli in Humans | Chemical Senses | Oxford Academic. *Chemical Senses* **1998**, *23* (2), 197–206. <https://doi.org/10.1093/chemse/23.2.197>.
- (3) *Substance Information Acesulfam K- ECHA*. <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.054.269> (accessed 2023-03-09).

- (4) Umweltbundesamt Nach Angaben Der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Stand: August 2023.
- (5) Scheurer, M.; Brauch, H.-J.; Lange, F. T. Analysis and Occurrence of Seven Artificial Sweeteners in German Waste Water and Surface Water and in Soil Aquifer Treatment (SAT). *Anal Bioanal Chem* **2009**, 394 (6), 1585–1594. <https://doi.org/10.1007/s00216-009-2881-y>.
- (6) Boulard, L.; Dierkes, G.; Ternes, T. Utilization of Large Volume Zwitterionic Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography for the Analysis of Polar Pharmaceuticals in Aqueous Environmental Samples: Benefits and Limitations. *Journal of Chromatography A* **2018**, 1535, 27–43. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2017.12.023>.
- (7) Nödler, K.; Hillebrand, O.; Idzik, K.; Strathmann, M.; Schiperski, F.; Zirlewagen, J.; Licha, T. Occurrence and Fate of the Angiotensin II Receptor Antagonist Transformation Product Valsartan Acid in the Water Cycle – A Comparative Study with Selected β -Blockers and the Persistent Anthropogenic Wastewater Indicators Carbamazepine and Acesulfame. *Water Research* **2013**, 47 (17), 6650–6659. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.08.034>.
- (8) Scheurer, M.; Storck, F. R.; Brauch, H.-J.; Lange, F. T. Performance of Conventional Multi-Barrier Drinking Water Treatment Plants for the Removal of Four Artificial Sweeteners. *Water Research* **2010**, 44 (12), 3573–3584. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.04.005>.
- (9) Gremium zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen. *Abfrage Zur Betroffenheit Der Trinkwasserversorger (Stand April 2024)*; 2024.
- (10) Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 Des Europäischen Parlaments Und Des Rates Vom 18. Dezember 2006 Zur Registrierung, Bewertung, Zulassung Und Beschränkung Chemischer Stoffe (REACH); 2006. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/HTML/?uri=CELEX:02006R1907-20231201> (accessed 2022-07-08).
- (11) European Chemicals Agency. *Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment: Chapter R.11: PBT and vPvB Assessment*; Version 4.0; Publications Office, 2023.
- (12) European Chemicals Agency. *Registration Dossier - ECHA Acesulfam K*. <https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/10775/1/1> (accessed 2023-04-12).
- (13) Neumann, M.; Schliebner, I. *Protecting the Sources of Our Drinking Water: The Criteria for Identifying Persistent, Mobile and Toxic (PMT) Substances and Very Persistent and Very Mobile (vPvM) Substances under EU Regulation REACH (EC) No 907/2006*; UBA Texte; Umweltbundesamt, 2019.
- (14) Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:32008R1272> (accessed 2022-07-08).
- (15) Cruz-Rojas, C.; SanJuan-Reyes, N.; Fuentes-Benites, M. P. A. G.; Dublan-García, O.; Galar-Martínez, M.; Islas-Flores, H.; Gómez-Oliván, L. M. Acesulfame Potassium: Its Ecotoxicity Measured through Oxidative Stress Biomarkers in Common Carp (Cyprinus Carpio). *Science of The Total Environment* **2019**, 647, 772–784. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.034>.
- (16) Dong, G.; Li, X.; Han, G.; Du, L.; Li, M. Zebrafish Neuro-Behavioral Profiles Altered by Acesulfame (ACE) within the Range of “No Observed Effect Concentrations (NOECs).” *Chemosphere* **2020**, 243, 125431. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125431>.
- (17) Colín-García, K.; Elizalde-Velázquez, G. A.; Gómez-Oliván, L. M.; García-Medina, S. Influence of Sucralose, Acesulfame-k, and Their Mixture on Brain’s Fish: A Study of Behavior, Oxidative Damage, and Acetylcholinesterase Activity in Danio Rerio. *Chemosphere* **2023**, 340, 139928. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139928>.
- (18) Wiklund, A.-K. E.; Guo, X.; Gorokhova, E. Cardiotoxic and Neurobehavioral Effects of Sucralose and Acesulfame in Daphnia: Toward Understanding Ecological Impacts of Artificial Sweeteners. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* **2023**, 273, 109733. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2023.109733>.
- (19) Ren, Y.; Geng, J.; Li, F.; Ren, H.; Ding, L.; Xu, K. The Oxidative Stress in the Liver of Carassius Auratus Exposed to Acesulfame and Its UV Irradiance Products. *Science of The Total Environment* **2016**, 571, 755–762. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.047>.
- (20) Buerge, I. J.; Buser, H.-R.; Kahle, M.; Müller, M. D.; Poiger, T. Ubiquitous Occurrence of the Artificial Sweetener Acesulfame in the Aquatic Environment: An Ideal Chemical Marker of Domestic Wastewater in Groundwater. *Environ. Sci. Technol.* **2009**, 43 (12), 4381–4385. <https://doi.org/10.1021/es900126x>.

- (21) Scheurer, M.; Storck, F. R.; Graf, C.; Brauch, H.-J.; Ruck, W.; Lev, O.; Lange, F. T. Correlation of Six Anthropogenic Markers in Wastewater, Surface Water, Bank Filtrate, and Soil Aquifer Treatment. *J Environ Monit* **2011**, 13 (4), 966–973. <https://doi.org/10.1039/c0em00701c>.
- (22) Castronovo, S.; Wick, A.; Scheurer, M.; Nödler, K.; Schulz, M.; Ternes, T. A. Biodegradation of the Artificial Sweetener Acesulfame in Biological Wastewater Treatment and Sandfilters. *Water Research* **2017**, 110, 342–353. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.11.041>.
- (23) Kahl, S.; Kleinstüber, S.; Nivala, J.; van Afferden, M.; Reemtsma, T. Emerging Biodegradation of the Previously Persistent Artificial Sweetener Acesulfame in Biological Wastewater Treatment. *Environ. Sci. Technol.* **2018**, 52 (5), 2717–2725. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05619>.
- (24) Buerge, I. J.; Kahle, M.; Buser, H.-R.; Müller, M. D.; Poiger, T. Nicotine Derivatives in Wastewater and Surface Waters: Application as Chemical Markers for Domestic Wastewater. *Environ. Sci. Technol.* **2008**, 42 (17), 6354–6360. <https://doi.org/10.1021/es800455q>.
- (25) Soh, L.; Connors, K. A.; Brooks, B. W.; Zimmerman, J. Fate of Sucralose through Environmental and Water Treatment Processes and Impact on Plant Indicator Species. *Environ. Sci. Technol.* **2011**, 45 (4), 1363–1369. <https://doi.org/10.1021/es102719d>.
- (26) Li, S.; Ren, Y.; Fu, Y.; Gao, X.; Jiang, C.; Wu, G.; Ren, H.; Geng, J. Fate of Artificial Sweeteners through Wastewater Treatment Plants and Water Treatment Processes. *PLOS ONE* **2018**, 13 (1), e0189867. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189867>.
- (27) European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General. *Opinion Re-Evaluation of Acesulfame K with Reference to the Previous SCF Opinion of 1991 (SCF/CS/ADD/EDUL/194 Final)*; 2020. https://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out52_en.pdf.
- (28) Umweltbundesamt; Fachgebiet “Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers.” Liste Der Stoffe Mit Trinkwasserleitwert, 2023. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/liste_der_stoffe_mit_trinkwasserleitwert_neu.pdf.
- (29) Umweltbundesamt. *Suchergebnis (Detail) Acesulfam-Kalium – Rigoletto*. Kennnummer 5112. <https://webigoletto.uba.de/Rigoletto/Home/SearchDetail/5112> (accessed 2023-05-16).
- (30) IGS-Public | Stoffinfo. https://igsvtu.lanuv.nrw.de/igs80s/StoffInfo?IGS_NR=129562&KAPITEL_NR=k44&scope=61761ba2553dc000 (accessed 2023-05-23).

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
 Spurenstoffzentrum des Bundes
Spurenstoffzentrum@uba.de
 Internet: www.spurenstoffzentrum.de

Autorenschaft, Institution

Umweltbundesamt
 Internet:
www.umweltbundesamt.de
 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)
 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)