

Stand: 31. März 2025

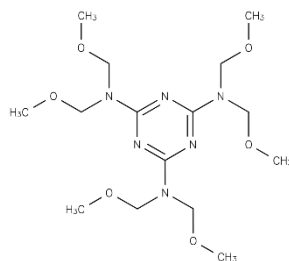
Kurzdossier Spurenstoffe

Stoffname: Hexamethoxymethylmelamin (HMMM) CAS-Nr: 3089-11-0

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.

IUPAC-Name: 2-N,2-N,4-N,4-N,6-N,6-N-hexakis(methoxymethyl)-1,3,5-triazine-2,4,6-triamine



Wasserlöslichkeit: 9,85 g/L ¹

Dissoziationskonstante(n): 1,7-2,2 ²

Anwendung

HMMM wird u.a. als Reifenvernetzungsmittel und in der Produktion von Beschichtungen, Kunststoffen für Dosen, Spulen und Autos benutzt. Es ist das Monomer des Melaminharzes. (1) Es ist sowohl als Monomer (CAS siehe oben) als auch als niedrig molekulares Polymer (CAS 68002-20-0) nicht unter REACH registriert.

Tabelle 1: Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Gewässern und Biota von HMMM

Bezug/Betrachtungseinheit	Jahr und Monitoringdaten [µg/L]
Oberflächengewässer, Oder, Deutschland	2022 ³ : 0,43 – 1,046
Oberflächengewässer, Main, Deutschland	2021 ⁴ : 0,12 (oberhalb Industrie-einleitung) 3942 (Ablauf Industriekläranlage) 572 (an Industrie-einleitung) 6,6 – 18,1 (Flussabwärts)
Oberflächengewässer, Deutschland	2015-2025 ⁵ : Über 5000 Detektionen in der Wasserphase an 72 Messstellen
Oberflächengewässer, Mulde, Deutschland	2016, 2017 ¹ : 0,06 – 0,53
Oberflächengewässern, Rhein, Elbe, Maas, Deutschland	2000-2013 ⁶ : - In 60 von 117 Wasserproben detektiert <0,010 bis 0,88 (Konzentrationsbereich)
Oberflächengewässer, Hessen, Deutschland	2015 (Publikationsjahr, keine Angabe zum Datum der Probennahme) ⁷ : < LOD – 6,16
Kleine landwirtschaftlich geprägte Fließgewässer, Deutschland	2018, 2019 (389 Proben) ⁸ und unveröffentlichte Daten: 50,1% (Quantifizierungshäufigkeit) 76,1% (Detektionshäufigkeit, FOD) 0,0033 (Median) 0,025 (Mittelwert) 0,51 (Maximalwert)
Flusseinzugsgebiete: Saale, Deutschland, Donau, Tschechien, Slowakei, Ungarn, Sava, Kroatien Emme, Schweiz	2013, 2014 ⁹): 0,152 (95-Perzentil) 0,0278 (Median) 78 % (FOD) 0,005 (BG)
Straßenablauf, Deutschland	2019 (Publikationsjahr, keine Angabe zum Datum der Probennahme) ¹⁰ : 3,89

Tabelle 2: Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Kläranlagen von HMMM

Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Kläranlagen	
Bezug/Betrachtungseinheit	Jahr und Monitoringdaten [µg/L]
Kläranlagenabfluss, Europa	2017-2019 (56 Proben) ¹¹ : 0,26 µg/L (Median) 460 µg/L (Maximalwert) 3,5 µg/L (95-Perzentil)

Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Kläranlagen

Kläranlagenabfluss, Deutschland

2016, 2017 ¹:

- 0,1 – 60,8 µg/L (4 Kläranlagen)

Tabelle 3: Stoffeigenschaften gemäß Relevanzkriterien von HMMM

Bezugswert / Triggerwert	Daten für jeweiligen Stoff	Bewertung der Besorgnis (Besorgnis durch „+“ bzw. keine durch „-“ gekennzeichnet)
Persistenz/ biologische Abbaubarkeit Persistent, wenn „nicht leicht biologisch abbaubar“ / „nicht inhärent abbaubar“ oder gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung ¹² und zugehörigem Leitfaden ¹³	- Keine Mineralisation, nur geringer abiotischer (25% innerhalb von 18 d) und biotischer Abbau (53% in 18 d)¹ - Inkubation von gemahlenden Reifenpartikeln mit Inoculum bei 20 °C für 28 d (Phase I), Überstand (inkubiert ohne Inoculum) nach 28 d entnommen und weitere 14 d mit Inoculum inkubiert (Phase II) -> HMMM zeigte keine Hinweise für Bioabbau über beide Phasen¹⁴ 73 d (Umwelt Residence time, modelliert, Level III Equilibrium Criterion fugacity-based multimedia model)¹⁵ - Not readily biodegradable (US. EPA, 2007)⁶ 1 - 4,6% Abbau mit Belebtschlamm in 14 d¹⁶	+/-
Mobilität/ Adsorptionsfähigkeit Mobil (M): log K _{OC} < 3 Sehr mobil (vM): log K _{OC} < 2 ¹⁷	Log K _{OC} = 1,98 ¹⁰ Log K _{OC} = 1,00 ¹⁸	+
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 ¹⁹	Keine Einstufung	Keine Bewertung
Ökotoxizität (akut/chronisch; Standardtests) Ökotoxisch, wenn LC ₅₀ /EC ₅₀ < 0,1 mg/L oder NOEC < 0,01 mg/L gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung ¹² und zugehörigem Leitfaden ¹³ (nicht ökotoxisch, wenn EC ₅₀ > Wasserlöslichkeit)	Keine akute Toxizität bei Bachsaiblingsbrut (keine Mortalität bei nominal Konzentrationen von 180 – 6600 µg/L über 24 h) ²⁰	Unzureichende Datenlage, keine Bewertung

Tabelle 4: Gleichwertige zusätzliche Besorgnisgründe von HMMM

	Bewertungsgrundlage	Bewertung
Mischungstoxizität	Escher et al. haben die Mischungstoxizität basierend auf gemessenen Konzentrationen in einem belasteten Oberflächengewässer (Oder) modelliert.³ In der Maas wurde eine akute Daphnientoxizität mit erhöhten Konzentrationen von 3-cyclohexyl-1,1-dimethylurea und HMMM und Penta-MMM gemessen. 3-cyclohexyl-1,1-dimethylurea wurde auch bei einem weiteren Toxizitätsevent gemessen, HMMM und Penta-MMM jedoch nicht.²¹	Die Studie von Escher et al. ³ betont den Beitrag von HMMM zur Mischungstoxizität in belasteten Oberflächengewässern.
Transformationsprodukte	21 Transformationsprodukte im Laborexperiment und 12 in Oberflächengewässern.¹ 19 Transformationsprodukte in Passivsammlern positioniert in Kläranlagen.²² Ein mögliches Transformationsprodukt ist Melamin^{1,23}. Melamin ist bereits als relevanter Spurenstoff identifiziert worden aufgrund von Persistenz, Mobilität und Humantoxizität.	Durch die mögliche Bildung von Melamin ist eine Besorgnis gegeben. Bisherige Daten ^{1,22} legen nahe, dass dieses jedoch nur in geringen Mengen aus der Transformation von HMMM gebildet wird.
Verhalten in Kläranlagen	• <20 bis 45% Eliminierung in konv. Kläranlagen²⁴ • 21% Zunahme und 65% Eliminierung zu unterschiedl. Beprobungszeiten in konv. Kläranlage¹ • Zunahme der Bildung von HMMM in Kläranlagen²²	

Tabelle 6: Weitere Informationen und Bezugswerte von HMMM

	Bezugswerte, Einstufungen	Bewertung und ggfs. Vergleich mit Monitoringdaten
PNEC	Keine <i>in vivo</i> Daten vorhanden	Keine Bewertung

	Bezugswerte, Einstufungen	Bewertung und ggfs. Vergleich mit Monitoringdaten
WGK-Einstufung	WGK 1 ²⁵	
Trinkwasserrelevanz in den Niederlanden	In den Niederlanden ist HMMM seit 2024 als Trinkwasser-relevante Substanz für die Maas aufgeführt. D.h. HMMM hat eine erhöhte Detektionshäufigkeit, überschreitet die Zielwerte des europ. Fließgewässermemorandums und hat problematische Abbau-Parameter (Polarität, Volatilität, Bioabbaubarkeit). ²⁶	Die Trinkwasserrelevanz in den Niederlanden ist nicht direkt auf Deutschland zu übertragen. Der Besorgnisgrund der Trinkwasserrelevanz sollte aber auch in Deutschland weiter beobachtet werden.

Entscheidung des Gremiums zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen

Basierend auf dem vorliegenden Kurzdossier wurde am 02.06.2025 folgende Entscheidung zur Relevanz des Stoffes gefällt: HMMM ist ein relevanter Spurenstoff.

HMMM wird noch nicht lange in Monitoringstudien in Deutschland als Target aufgeführt. Die Studien, die vorliegen, weisen auf eine weitreichende Verbreitung der Substanz in deutschen Oberflächengewässern hin. HMMM ist sehr mobil und kann zu Melamin transformiert werden, welches bereits als relevant eingestuft wurde. Melamin ist persistent, mobil und humantoxisch.

Die Daten zu Eliminierungsraten in konventionellen Kläranlagen sind uneindeutig: Es gibt Hinweise auf die Bildung von HMMM aber auch auf eine unzureichende Eliminierung.

Quellen

- (1) Alhelou, R.; Seiwert, B.; Reemtsma, T. Hexamethoxymethylmelamine – A Precursor of Persistent and Mobile Contaminants in Municipal Wastewater and the Water Cycle. *Water Research* **2019**, *165*, 114973. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114973>.
- (2) Dixon, J. K.; Woodberry, N. T.; Costa, G. W. The Dissociation Constants of Melamine and Certain of Its Compounds. *J. Am. Chem. Soc.* **1947**, *69* (3), 599–603. <https://doi.org/10.1021/ja01195a041>.
- (3) Escher, B. I.; Ahlheim, J.; Böhme, A.; Borchardt, D.; Brack, W.; Braun, G.; Colbourne, J. K.; Dann, J. P.; Gessner, J.; Jahnke, A.; König, M.; Klüver, N.; Krauss, M.; Lee, J.; Li, X.; Lips, S.; Orsini, L.; Rinke, K.; Schmitt-Jansen, M.; Scholz, S.; Schulze, T.; Spahr, S.; Ulrich, N.; Weitere, M.; Varga, E. Mixtures of Organic Micropollutants Exacerbated in Vitro Neurotoxicity of Prymnesins and Contributed to Aquatic Toxicity during a Toxic Algal Bloom. *Nat Water* **2024**, *2* (9), 889–898. <https://doi.org/10.1038/s44221-024-00297-4>.
- (4) Kuschik-Maczollek, N.; Glock, M.; Schmitz, M.; Hollert, H.; Krauss, M.; Piotrowska, A.; Brack, W.; Oehlmann, J. In Vitro Effect-Based Monitoring of Water, Sediment and Soil from a Floodplain Restoration Site in Central Europe. *Environmental Sciences Europe* **2024**, *36* (1), 119. <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00939-0>.
- (5) Federal Institute of Hydrology (BfG). NTSPortal Consortium (2023). <https://ntsportal.bafg.de>.
- (6) Dsikowitzky, L.; Schwarzbauer, J. Hexa(Methoxymethyl)Melamine: An Emerging Contaminant in German Rivers. *water environ res* **2015**, *87* (5), 461–469. <https://doi.org/10.2175/106143014X14060523640919>.
- (7) Eberhard, S.; Foht, S.; Potouridis, T.; Püttmann, W. High Concentrations of Hexamethoxymethylmelamine (HMMM) in Selected Surface Waters in Southern Hesse. *Gesellschaft Deutscher Chemiker - Umweltchemie und Ökotoxikologie* **2015**.
- (8) Halbach, K.; Möder, M.; Schrader, S.; Liebmann, L.; Schäfer, R. B.; Schneeweiss, A.; Schreiner, V. C.; Vormeier, P.; Weisner, O.; Liess, M.; Reemtsma, T. Small Streams—Large Concentrations? Pesticide Monitoring in Small Agricultural Streams in Germany during Dry Weather and Rainfall. *Water Research* **2021**, *203*, 117535. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117535>.
- (9) Tousova, Z.; Oswald, P.; Slobodnik, J.; Blaha, L.; Muz, M.; Hu, M.; Brack, W.; Krauss, M.; Di Paolo, C.; Tarcai, Z.; Seiler, T.-B.; Hollert, H.; Koprivica, S.; Ahel, M.; Schollée, J. E.; Hollender, J.; Suter, M. J.-F.; Hidasi, A. O.; Schirmer, K.; Sonavane, M.; Ait-Aissa, S.; Creusot, N.; Brion, F.; Froment, J.; Almeida, A. C.; Thomas, K.; Tollefsen, K. E.; Tufi, S.; Ouyang, X.; Leonards, P.; Lamoree, M.; Torrens, V. O.; Kolkman, A.; Schriks, M.; Spirhanzlova, P.; Tindall, A.; Schulze, T. European Demonstration Program on the Effect-Based and Chemical Identification and Monitoring of Organic Pollutants in European Surface Waters. *Science of The Total Environment* **2017**, *601–602*, 1849–1868. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.032>.
- (10) Tamis, J.; Jongbloed, R. *MICROPROOF Micropollutants in Road RunOff: Environmental Risk Assessment*; Wageningen Marine Research (WMR), the Netherlands The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), the Netherlands Aalborg University (AAU), Denmark M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise DerzhdorNDI SE (DNDI), Ukraine, 2019. <https://doi.org/10.18174/512476>.
- (11) Finckh, S.; Beckers, L.-M.; Busch, W.; Carmona, E.; Dulio, V.; Kramer, L.; Krauss, M.; Posthuma, L.; Schulze, T.; Slootweg, J.; Von der Ohe, P. C.; Brack, W. A Risk Based Assessment Approach for Chemical Mixtures from Wastewater Treatment Plant Effluents. *Environment International* **2022**, *164*, 107234. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107234>.
- (12) *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).
- (13) European Chemicals Agency. *Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment: Chapter R.11: PBT and vPvB Assessment*; Version 4.0; Publications Office, 2023.
- (14) Foscari, A.; Seiwert, B.; Zahn, D.; Schmidt, M.; Reemtsma, T. Leaching of Tire Particles and Simultaneous Biodegradation of Leachables. *Water Research* **2024**, *253*, 121322. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121322>.

- (15) Johannessen, C.; Helm, P. A.; Mark Parnis, J.; Kleywegt, S.; Metcalfe, C. D. Targeted Screening of Passive Samplers as an “Early Warning” of Novel Contaminants in the Great Lakes Basin. *Journal of Great Lakes Research* **2024**, 50 (2), 102298. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2024.102298>.
- (16) J-CHECK HMMM. Chemical Information Infrastructure Division, Chemical Management Center, National Institute of Technology and Evaluation (NITE). https://www.nite.go.jp/chem/jcheck/template.action?ano=6842&mno=5-1012&cno=3089-11-0&request_locale=en (accessed 2025-06-11).
- (17) EUROPÄISCHE KOMMISSION. *DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2023/707 DER KOMMISSION Vom 19. Dezember 2022 Zur Änderung Der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 in Bezug Auf Die Gefahrenklassen Und Die Kriterien Für Die Einstufung, Kennzeichnung Und Verpackung von Stoffen Und Gemischen*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32023R0707&qid=1681394384679&from=EN> (accessed 2023-04-14).
- (18) Cruz, M. A.; Xu, J.; Foppen, J. W.; Pérez, S.; Vázquez-Suñé, E.; Teixidó, M. Transport and Removal of Stormwater Vehicle-Related Mobile Organic Contaminants in Geomedia-Amended Sand Columns. *Science of The Total Environment* **2023**, 892, 164264. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164264>.
- (19) *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).
- (20) Philibert, D.; Stanton, R. S.; Tang, C.; Stock, N. L.; Benfey, T.; Pirrung, M.; de Jourdan, B. The Lethal and Sublethal Impacts of Two Tire Rubber-Derived Chemicals on Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) Fry and Fingerlings. *Chemosphere* **2024**, 360, 142319. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.142319>.
- (21) de Hoogh, C. J.; Wagenvoort, A. J.; Jonker, F.; van Leerdam, J. A.; Hogenboom, A. C. HPLC-DAD and Q-TOF MS Techniques Identify Cause of Daphnia Biomonitor Alarms in the River Meuse. *Environ. Sci. Technol.* **2006**, 40 (8), 2678–2685. <https://doi.org/10.1021/es052035a>.
- (22) Johannessen, C.; Metcalfe, C. D. The Occurrence of Tire Wear Compounds and Their Transformation Products in Municipal Wastewater and Drinking Water Treatment Plants. *Environ Monit Assess* **2022**, 194 (10), 731. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10450-9>.
- (23) Wiener, E. A.; LeFevre, G. H. White Rot Fungi Produce Novel Tire Wear Compound Metabolites and Reveal Underappreciated Amino Acid Conjugation Pathways. *Environ Sci Technol Lett* **2022**, 9 (5), 391–399. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.2c00114>.
- (24) Seitz, W.; Winzenbacher, R. A Survey on Trace Organic Chemicals in a German Water Protection Area and the Proposal of Relevant Indicators for Anthropogenic Influences. *Environ Monit Assess* **2017**, 189 (6), 244. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5953-z>.
- (25) *Hexakis(methoxymethyl)melamin - ChemInfo Public*. <https://recherche.chemikalieninfo.de/public/stoff/127831?dv=18&st=0&sid=f7207160-f272-4165-9139-0089a2bebecc&sv=s6&o=GSBL.FULGOMORPH&ps=25> (accessed 2022-07-22).
- (26) Slootweg, T.; Bok, D.; Brekelmans, S.; Rousseau, B.; Blom, T.; Bannink. *Drinking Water Relevant Substances in the Meuse - An Update of the Lists with Substances That Are Relevant for the Production of Drinking Water from the River Meuse*; RIWA - Vereniging van Rivierwaterbedrijven, 2025. <https://riwa-maas.org/wp-content/uploads/2025/01/IDF3395-RIWA-MAAS-Rapport-DRS-2024.pdf>.

Impressum

Herausgeber

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

Autorenschaft, Institution

Umweltbundesamt
 Internet:
www.umweltbundesamt.de
 e
☐ [/umweltbundesamt.de](https://www.umweltbundesamt.de)
☒ [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)