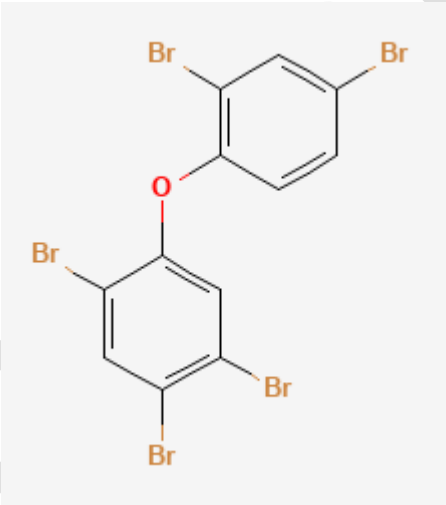


Persistente organische Schadstoffe

Pentabromdiphenylether

1 Chemische Kenndaten

In der Regel wird Pentabromdiphenylether als technisches Produkt verwendet, mit Pentabromdiphenylether als Haupt- und tri-, tetra-, hexa- und heptaBDPE als Nebenkomponente. Die mit * gekennzeichneten Angaben beziehen sich auf das technische Produkt

Synonyme	Diphenylether, Pentabromderivat Pentabromdiphenyloxid pentaBDE	[1]
Summenformel	$C_{12}H_5Br_5O$	[1]
Strukturformel	Beispielhaft für 2,2',4,4',5-Pentabromodiphenylether 	[2]
CAS-Nr.	32534-81-9	[1]
EG-Nr.	251-084-2	[1]
Index-Nr. Harmonisierte Einstufung nach CLP	602-083-00-4	[1]
Löslichkeit in Wasser	praktisch unlöslich*	[1]
Verteilungskoeffizient Oktanol/Wasser	log Kow: 6,57* log Kow: 6,5 - 7,0	[1] [3]
Smp./ Sdp.	Schmelzpunkt: -7 - 3 °C* Siedepunkt: zersetzt sich beim Erhitzen ab > 200 °C*	[1]
Aggregatzustand bei RT	flüssig	[1]
Dichte	2,25 - 2,28 g/cm ³ bei 25 °C*	[1]
Farbe	weiß bernsteinfarben*	[1]
Einstufung nach CLP	Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 2**; H373 Reproduktionstoxizität, Zusatzkategorie für Wirkungen auf oder über Laktation; H362 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 ** Mindesteinstufung	[1]

2 Zentrale Informationen für Produkte (Herstellung, Verwendung und Beschränkungen)

<p>Beispiele für Handelsnamen</p>	<p>n.a.</p>	
<p>Einsatz/Neuanwendungen (Anhang I Teil A der EU-POP-VO)</p>	<p>Ausnahme für die Verwendung als Zwischenprodukt oder andere Spezifikation:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Für die Zwecke dieses Eintrags gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für Konzentrationen von Pentabromdiphenylether von höchstens 10 mg/kg (0,001 Gew.-%), wenn Pentabromdiphenylether in Stoffen vorhanden ist. 2. Für die Zwecke der Einträge zu Tetra-, Penta-, Hexa-, Hepta- und DecaBDE gilt Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe b für die Summe der Konzentrationen von höchstens 500 mg/kg, wenn sie in Gemischen oder Erzeugnissen vorhanden sind, vorbehaltlich einer Überprüfung und Bewertung durch die Kommission bis zum 16. Juli 2021. Bei dieser Überprüfung werden unter anderem alle relevanten Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt bewertet. 3. Abweichend hiervon zulässig sind die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Elektro- und Elektronikgeräten, die unter die Richtlinie 2011/65/EG fallen. 4. Die Verwendung von Erzeugnissen, die in der Union bereits vor dem 25. August 2010 verwendet wurden und Pentabromdiphenylether enthalten, ist zulässig. Artikel 4 Absatz 2 Unterabsätze 3 und 4 finden auf solche Erzeugnisse Anwendung. 	
<p>Historische Einsatzbereiche und Funktion (Verbot für Neuanwendungen)</p>	<p>Nicht mehr erlaubte Einsatzbereiche:</p> <p>Als Flammenschutzmittel in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunststoffen der Bauindustrie • Elektrischen und elektronischen Geräten • Fahrzeugen (Sitze, Lenkräder, Dachhimmel) • Polstermöbeln (PU-Weichschäume) <p>Die Verwendung in Fahrzeugen wurde etwa 2000 und in Polstermöbeln etwa 2004 eingestellt.</p> <p>Herstellungsbedingt sind polybromierte Diphenylether keine Einzelverbindungen, sondern werden als Mischungen aus unterschiedlichen Isomeren und Kongeneren hergestellt.</p> <p>Penta-BDE ist in der kommerziellen Mischung C-PentaBDE enthalten, zusammen mit Tetra- und Hexa-BDE.</p> <p>Verwendungsverbot: seit 2004 ist die Verwendung von Penta-BDE in der EU verboten.</p>	<p>[4] [4] [5] [5] [5]</p> <p>[6]</p> <p>[4]</p> <p>[4]</p>
<p>Produktionsstopp</p>	<p>Die Produktion von C-PentaBDE wurde in der EU 1997 eingestellt. C-PentaBDE wurde Ende der 1990er ausschließlich in den USA hergestellt. 2005 wurde die Produktion freiwillig eingestellt.</p>	<p>[4] [4]</p>

<p>Rechtssetzung und Produktsicherheit/ Beschränkungen</p>	<p>VO (EU) 2019/1021 (EU-POP-VO): Anhang I - Teil A, Anhang IV, Anhang V - Teil 2</p> <p>RL 2011/65/EU (RoHS-VO): Anhang II: Stoffe, die Beschränkungen für Elektro- und Elektronikgeräte unterliegen: zulässige Höchstkonzentration in homogenen Werkstoffen für Polybromierte Diphenylether (PBDE): 0,1 Gew.-%</p> <p>RL 2012/19/EU (WEEE): Anhang VII: Kunststoffe, die bromierte Flammschutzmittel enthalten müssen aus getrennt gesammelten Elektro- und Elektronik-Altgeräten entfernt werden.</p> <p>Verordnung zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroStoff VO): § 3 Abs. 1 Inverkehrbringungsverbot ab 0,1 Gew.-% je homogenem Werkstoff: e) polybromierte Diphenylether (PBDE)</p>	
---	---	--

3 Zentrale Informationen für die Abfallwirtschaft

<p>Einstufung als gefährlicher Abfall in Deutschland</p>	<p>2.500 mg/kg (Summe der Konzentrationen von Tetra-BDE, Penta-BDE, Hexa-BDE, Hepta-BDE und DecaBDE) nach Nr. 2.2.1 der Anlage zur AVV i.V.m. Anhang III der AbfallRRL (vgl. Tab. 4 der technischen Hinweise)</p>	<p>Neu-POP</p>	
<p>Konzentrationsgrenze für die Nachweispflicht der in der POP-AbfallÜberw genannten Abfallarten</p>	<p>1.000 mg/kg (Summe der Konzentrationen von Tetra-BDE, Penta-BDE, Hexa-BDE, Hepta-BDE und DecaBDE)</p>		
<p>Konzentrationsgrenze für die unwiederbringliche Zerstörung/Umwandlung des POP im Abfall</p>	<p>1.000 mg/kg (Summe der Konzentrationen von Tetra-BDE, Penta-BDE, Hexa-BDE, Hepta-BDE und DecaBDE) nach Anhang IV der EU-POP-VO</p>		
<p>Potentielles Vorkommen in Abfällen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Altfahrzeuge • Polstermöbel 	<p>[5] [5]</p>	
<p>Verschleppungsgefahr</p>	<p>Allgemein für polybromierte Diphenylether</p> <p>Die Identifizierung und Abtrennung PBDE-haltiger Artikel ist problematisch</p> <p>Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PBDE gelangen durch diffuse Ausdunstungen und Auslaugungen flammgeschützter Materialien in die Umwelt. [3] • PBDE-Herstellung und - Anwendung [4] • Partikelabrieb [4] <p>Recyclingprodukte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunststoffrecycling [4] <p>Andere Abfälle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deponierte Produkte können zu Emissionen von PBDE führen [3] • Klärschlämme [4] • Abfallverbrennung [4] 	<p>[5] [3] [4] [4] [4] [3] [4] [4]</p>	

Mögliche Entsorgungswege	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungsanlagen für gefährliche Abfälle (R 1, D 10) • für Abfälle nach Anhang V, Teil 2 EU-POP-VO: DK IV/Untertagedeponie mit Ausnahmegenehmigung nach Artikel 7 Absatz 4 Buchstabe b EU-POP-VO (D 12) 	
---------------------------------	---	--

4 Hinweise zur Analytik

Methode	GC-MS	GC-MS	GC-MS	
Norm	DIN EN 16377 (12/2013)	DIN EN 62321-6 (05/2016)	DIN EN ISO 17881-1 (09/2016)	
Probenaufbereitung/ Probenvorbehandlung	Lösemittelextraktion, Reinigung durch Säulenchromatographie u. GPC	Kryomahlen der Probe, Soxhlet-Extraktion mit Toluol	Ultraschallextraktion	
Materialtyp	Feste Abfälle (Filterstaub, Schredderleichtfraktion, Elektroschrott)	Polymere elektrotechnischer Produkte	Textilien und textile Erzeugnisse	
Bemerkung	Verfahren ist von 0,1 bis 5 mg/kg (Tetra- bis OctaBDE) validiert, d.h. es ist nicht bis zur aktuellen Anhang-IV-Konzentration der EU-POP-VO validiert.	n.a.	Verfahren ist auch für PBB und HBCD validiert. Untere Anwendungsgrenze Tetra- bis OctaBDE: 5 µg/kg;	

5 Literaturverzeichnis

- [1] GESTIS - Stoffdatenbank, „Pentabromdiphenylether,“ [Online]. Available: <https://gestis.dguv.de/data?name=024350>. [Zugriff am 14. Oktober 2022].
- [2] National Library of Medicine, „2,2',4,4',5-Pentabromodiphenyl ether,“ Pubchem, [Online]. Available: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/36159>. [Zugriff am 17. Oktober 2022].
- [3] B. Kuch, S. Rupp, K. Fischer, M. Kranert und J. Metzger, „Untersuchungen von Komposten und Gärsubstraten auf organische Schadstoffe in Baden-Württemberg,“ Forschungsbericht FZKA-BWPLUS, 2007.
- [4] A. Potrykus, E. Zettl, M. Milunov, U. Quass und P. Filzmoser, „Evaluierung von Monitoringdaten zu POPs, POP-Kandidaten und Ersatzstoffen zur Aufklärung von Ursachen, Pfaden und Trends der Umweltbelastung,“ Umweltbundesamt, München, 2016.
- [5] P. A., *POP-Schadstoffe – Herkunft und Gefahrenpotential; Vortrag im Rahmen der Veranstaltung der SBB mbH am 21. Januar 2012: „Die Problematik persistenter organischer Schadstoffe – Der richtige Umgang mit der POP-Verordnung“*, BIPRO GmbH München, 2014.
- [6] W. Moche, K. Stephan und G. Thanner, „BROMIERTE FLAMMSCHUTZMITTEL IN DER AQUATISCHEN UMWELT,“ Umweltbundesamt GmbH Österreich, Wien, 2004.
- [7] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Bromierte Diphenylether,“ März 2014. [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/doc/infoblatt_bromierte_diphenylether.pdf. [Zugriff am 14. Oktober 2022].