

## **ANKÜNDIGUNG**

### **zur Festlegung von Höchstwerten für Antiscalants für Membranen in der Liste zulässiger Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren nach § 20 Trinkwasserverordnung**

Gemäß der 1. Änderung der §-20-Liste Nummer 6 Tabelle 2 (BAnz AT 10.10.2025 B7) werden in der folgenden 2. Änderung der §-20-Liste für Aufbereitungsstoffe mit dem Verwendungszweck „Antiscalants für Membranen“ Höchstkonzentrationen nach Abschluss der Aufbereitung festgelegt.

Nach Vorlage und Prüfung geeigneter toxikologischer Daten<sup>1</sup> beim Umweltbundesamt können die unten aufgeführten Höchstkonzentrationen gegebenenfalls neu bewertet und angepasst werden.

---

<sup>1</sup><https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers/gesundheitlicher-orientierungswert-gow>

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/toxikologie-des-trinkwassers/trinkwasserleitwerte>

**Höchstkonzentrationen nach Abschluss der Aufbereitung für  
Aufbereitungsstoffe mit dem Verwendungszweck „Antiscalants für  
Membranen“**

CAS-Nummer	Stoffname	Bewertung		
		GOW <sup>2</sup> in µg/l	Leitwert in mg/l	HMW <sup>3</sup> in µg/l
68915-31-1	Natriumpolyphosphat <sup>4</sup>	-	3,0	10
7758-29-4	Natriumtripolyphosphat <sup>3</sup>	-	2,6	10
3845-36-8	Kaliumtripolyphosphat <sup>3</sup>		2,6	10
6419-19-8	Aminotrimethylenphosphonsäure	-	6,0	10
15827-60-8	Diethylentriaminpentamethylenphosphonsäure <sup>5</sup>	3,0	-	
22042-96-2	Diethylentriaminpentamethylen(phosphonat)-Natriumsalz <sup>4</sup>	3,0	-	
32545-75-8	Morpholinmethandiphosphonsäure (auch: Morpholin-1-ylmethandiphosphonsäure)	0,1	-	
2809-21-4	Hydroxyethandiphosphonsäure	0,3	-	
1429-50-1	Ethylendiamintetramethylenphosphonsäure	-	0,5	10
5995-42-6	Hydroxyethylaminodimethylenphosphonsäure (auch: (2-Hydroxyethyl)aminodimethylen-phosphonsäure)	0,1	-	
37971-36-1	Phosphonobutantricarbonsäure	3,0	-	
23605-74-5	Hexamethylendiamintetramethylenphosphonsäure	0,1	-	
9003-01-4	Polyacrylsäure	0,3	-	
9003-06-9	Polyacrylsäure-Acrylamid	0,1	-	
29132-58-9	Acrylsäure-Maleinsäure	0,1	-	

<sup>2</sup> Gesundheitlicher Orientierungswert

<sup>3</sup> Hygienischer Maximalwert

<sup>4</sup> Siehe Gruppenbewertung 1, Seite 3

<sup>5</sup> Siehe Gruppenbewertungen 2 und 3, Seite 4

### **Natriumpolyphosphat (CAS-Nr.: 68915-31-1):**

Laut Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission wird Natriumpolyphosphat als Lebensmittelzusatzstoff E 452(i) (Lösliches Polyphosphat) verwendet [1]. In diesem Zusammenhang finden sich toxikologische Daten. Für Ratten zeigte sich anhand zweier unabhängiger 28-Tage-Studien ein NOAEL von 180 mg/kg pro Tag [2]. *In vitro* und *in vivo* wurden in Studien keine gentoxischen Effekte festgestellt [2]. Anhand zweier 2-Jahres-Studien aus den Jahren 1960 und 1998 zu chronischen Effekten und Karzinogenität, in welchen kein karzinogenes Potential festgestellt werden konnte, (NOAEL für Karzinogenität = 1,500 mg/kg pro Tag; NOAEL für Effekte auf die Nieren < 750 mg/kg und Tag bzw. 250 mg/kg pro Tag) kommt das *EFSA Panel on Food Additives and Flavourings* zu dem Schluss, dass kein karzinogenes Potential vorliegt [2]. Studien zur Reproduktions- und Entwicklungstoxizität deuten auf keine nachteiligen Effekte hin [2]. Nachteilige Effekte zeigten sich in Verbindung mit Phosphaten insbesondere infolge der Kalzifikation der Nieren und hinsichtlich tubulärer Nephropathie [2]. Als RfD für subchronische und chronische Exposition wird von der EPA ein Wert von 49 mg/kg und Tag angegeben [3].

Ausgehend von dem NOAEL von 250 mg/kg pro Tag (chronische Exposition; Effekte auf die Nieren) ergibt sich unter Berücksichtigung eines Gesamtsicherheitsfaktors von 300 (Interspeziesunterschiede: Faktor 10; Intraspeziesunterschiede: Faktor 10; im Hinblick der Datenlage (ältere Veröffentlichung, nicht nach OECD durchgeführt): zusätzlicher Faktor von 3) für Natriumpolyphosphat ein TDI von 0,83 mg/kg. Hieraus berechnet sich unter Standardannahmen (70 kg, 2 Liter Trinkwasserkonsum pro Tag und einer Allokation von 10 % des TDI für das Trinkwasser) ein gesundheitlicher **Leitwert von 2,92 mg/l, gerundet 3,0 mg/l**. Dieser Wert ist aus Sicht der Trinkwasserhygiene zu hoch.

**Bewertung:** Die Konzentration im Trinkwasser ist so niedrig zu halten, wie dies technisch möglich ist, **eine Konzentration von 10 µg/l darf dabei nicht überschritten werden.**

### **Natriumtripolyphosphat (CAS-Nr.: 7758-29-4):**

Für diesen Stoff ist ein REACH Dossier vorhanden [4]. Laut Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission wird Natriumtripolyphosphat als Lebensmittelzusatzstoff E 451(i) verwendet [1]. In einer 28-Tage-Studie mit Ratten aus dem Jahr 1956 wurde ein NOAEL von 180 mg/kg und Tag festgestellt [1]. In Studien an Ratten und Hunden mit wiederholter Exposition wird ein NOAEL von 225 mg/kg und Tag angegeben. *In vitro* und *in vivo* wurden in verschiedenen Testsystemen (Ames-Test, Chromosomenaberrationstest in CHL-Zellen, Dominant Lethal Assay und Gene Mutation Assay, Cytogenetic Test) keine gentoxischen Konsequenzen verzeichnet [2; 4]. Es gibt keine Hinweise auf ein karzinogenes Potential oder auf teratogene Effekte oder maternale Toxizität [2; 4].

Ausgehend von einem NOAEL von 225 mg/kg und Tag ergibt sich unter Berücksichtigung eines Gesamtsicherheitsfaktors von 300 (Interspeziesunterschiede: Faktor 10; Intraspeziesunterschiede: Faktor 10; im Hinblick der Datenlage: zusätzlicher Faktor von 3) für Natriumpolyphosphat ein TDI von 0,75 mg/kg und hieraus berechnet ein gesundheitlicher **Leitwert von 2,63 mg/l, gerundet 2,6 mg/l** (bei KG von 70 kg, 10 % Allokation für das Trinkwasser, 2 l Trinkwasserkonsum pro Tag). Dieser Wert ist aus Sicht der Trinkwasserhygiene zu hoch.

**Bewertung:** Die Konzentration im Trinkwasser ist so niedrig zu halten, wie dies technisch möglich ist, **eine Konzentration von 10 µg/l darf dabei nicht überschritten werden.**

#### **Kaliumtripolyphosphat (CAS-Nr.: 3845-36-8):**

Auch für diesen Stoff liegt ein REACH Dossier vor [16]. Die toxikologische Bewertung beschränkt sich allerdings auf ein Read-across mit Natriumtripolyphosphat, da in beiden Fällen die dissozierte Form in wässriger Lösung vorliegt [16].

**Bewertung:** Entsprechend darf auch hier für den **Einzelstoff eine Konzentration von 10 µg/l nicht überschritten werden.**

**Gruppenbewertung 1:** Natrium- und Kaliumtripolyphosphat und Natriumpolyphosphat sind strukturell ähnlich. Daher wird beim gleichzeitigen Auftreten von mindestens zwei dieser Verbindungen eine Gruppenbewertung mit einer **maximalen Konzentration von 10 µg/l** festgelegt.

#### **Aminotismethylenphosphonsäure (ATMP; CAS Nr.: 6419-19-8):**

Für diesen Stoff liegt ein REACH Dossier vor [5]. Darin wird als Ergebnis einer kombinierten Studie zu chronischer Toxizität und Kanzerogenität in Ratten nach OECD 453 ein NOAEL von > 500 mg/kg genannt. Unter Berücksichtigung möglicher inter- und intraartlicher Unterschiede in der Empfindlichkeit verschiedener Personen wird ein Sicherheitsfaktor von jeweils 10 zur Berechnung eines TDI herangezogen. Da die Studie bereits 1979 durchgeführt wurde und kein Zugriff auf die Originaldaten möglich ist, ist ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor von 3 für die Datenlage angemessen. Somit ergibt sich durch Multiplikation der Einzelfaktoren ein Gesamtsicherheitsfaktor von 300. Geht man von einem NOAEL von 500 mg/kg KG aus und teilt diesen Wert durch 300, errechnet sich ein TDI von 1,67 mg/kg KG für den Menschen. Basierend auf den Standardannahmen von 70 kg KG, 10 % Allokation für das Trinkwasser sowie 2 Litern Trinkwasserkonsum pro Tag läge ein **gesundheitlicher Leitwert bei 5,8 mg/l, gerundet bei 6,0 mg/l**. Dieser Wert ist aus trinkwasserhygienischer Sicht nicht vertretbar.

**Bewertung:** Die Konzentration im Trinkwasser ist so niedrig zu halten, wie dies technisch möglich ist, **eine Konzentration von 10 µg/l darf dabei nicht überschritten werden.**

**Diethylentriaminpentamethylenphosphonsäure (DTPMP; CAS Nr.: 15827-60-8):**

Auch dieser Stoff besitzt ein REACH Dossier [6]. Demnach ist die Substanz im Ames Test negativ. Positive Ergebnisse auf Klastogenität *in vitro* bestätigten sich nicht in *in vivo* Studien. Entsprechend wird die Substanz als nicht genotoxisch eingestuft. In einer 90-Tage-Studie in Ratten nach OECD 408 wurde ein NOAEL von 82,5 mg/kg KG für subchronische Toxizität ermittelt. Zudem ergab eine Studie zur Reprotoxizität und maternalen Toxizität in Ratten einen NOAEL von 312 mg/kg KG.

**Bewertung:** Gemäß der UBA-Empfehlung zur Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser wird für diesen Stoff ein **GOW von 3,0 µg/l** auf Basis der subchronischen Toxizität festgelegt [7].

**Diethylentriaminpentamethylen(phosphonat)-Natriumsalz (CAS Nr.: 22042-96-2):**

**Bewertung:** Da sich dieser Stoff nur durch den Austausch eines Protons durch ein Natriumion von Diethylentriaminpentamethylenphosphonsäure unterscheidet, wird auch für diesen Stoff ein **GOW von 3,0 µg/l** festgelegt.

DTPMP hat die Summenformel C<sub>9</sub>H<sub>28</sub>N<sub>3</sub>O<sub>15</sub>P<sub>5</sub> ([DTPMPA | C9H28N3O15P5 \(chemspider.com\)](#)). In Produkten wurden verschiedene nicht vollständig substituierte Derivate identifiziert:

- a) Eine Phosphongruppe (-PO(OH)<sub>2</sub>),
- b) Eine Methylphosphongruppe (-MeH<sub>2</sub>[PO(OH)<sub>2</sub>]),
- c) Ein Phosphon- und eine Methylphosphongruppe,
- d) Zwei Phosphongruppen oder
- e) Zwei Methylphosphongruppen fehlen

**Gruppenbewertung 2:** Bei der Bewertung von DTPMP und DTPMP-Natriumsalz werden die nicht vollständig substituierten Derivate mitberücksichtigt. Es wird ein **GOW von 3,0 µg/l** für die Summe der Einzelkonzentrationen inklusive DTPMP festgelegt.

**Gruppenbewertung 3:** Bei einer Überschreitung der Einzel-GOW wird für DTPMP und DTPMP-Natriumsalz sowie deren oben genannten Derivate (a-e) als Summe dieser Stoffe ein **Maßnahmen-GOW von 10 µg/l** festgelegt. Im Falle einer Überschreitung des GOW (3,0 µg/l) sind Maßnahmen zur Unterschreitung des GOW von 3,0 µg/l erforderlich.

**Morpholinmethandiphosphonsäure (auch: Morpholin-1-ylmethandiphosphonsäure, CAS Nr.: 32545-75-8):**

**Bewertung:** Zu diesem Stoff liegen keine toxikologischen Daten vor. Es wird daher ein **GOW von 0,1 µg/l** festgelegt.

### **Hydroxyethandiphosphonsäure (HEDP; CAS Nr.: 2809-21-4):**

Dieser auch als Etidronsäure bekannter Stoff ist als Arzneimittel für die Behandlung von Osteoporose zugelassen [8]. Er gehört zur Gruppe der Bisphosphonate. Die Substanz reduziert den Verlust an Knochensubstanz, ist aber bei oraler Aufnahme nur zu < 10 % bioverfügbar [9]. Trotzdem besteht eine Kontraindikation während Schwangerschaft und Stillzeit [10]. Aus dem REACH Dossier geht hervor, dass die Substanz sowohl im Maus-Lymphomatest also auch im Mikrokerntest negativ ist. Zudem wurden keine neoplastischen Effekte bis zu einer Konzentration von 384 mg/kg festgestellt. In einer kombinierten subchronischen und chronischen/karzinogenen Studie wurden nach 90 Tagen anämische Effekte mit einem NOAEL in Höhe von 41 mg/kg für das verwendete Salz (HEDP-2Na) bzw. nach Umrechnung für die freie Säure in Höhe von 34 mg/kg festgestellt [11].

**Bewertung:** Aufgrund der Kontraindikation bei Schwangerschaft und Stillzeit wird jedoch aus Vorsorgegründen ein **GOW von 0,3 µg/l** festgelegt.

### **Ethylendiamintetramethylenphosphonsäure (EDTMP-H; CAS Nr.: 1429-50-1):**

Zu dieser Substanz liegen Daten einer chronischen Studie an Ratten mit dem Natriumsalz von EDTMP vor [12]. Um die Komplexbildung, die den gewünschten Effekt der Phosphonate darstellt, zu ermöglichen, liegen Phosphonate ebenso wie die Phosphonsäuren während der Aufbereitung als negativ geladene Ionen vor (Dr. A. Kämpfe, UBA, pers.

Kommunikation). Ein Read-cross vom Natriumsalz zur Säure ist somit möglich. In der Studie wurde ein NOAEL von 15 mg/kg ermittelt. Bei Verwendung eines Sicherheitsfaktors von je 10 für mögliche inner- und zwischenartliche Unterschiede ergibt sich durch Division des NOAEL durch 100 ein TDI von 0,150 mg/kg. Unter Standardbedingungen (70 kg, 10 % Allokation und 2 l Trinkwasserkonsum/Tag) errechnet sich ein **Trinkwasserleitwert von 0,525 mg/l, gerundet 0,50 mg/l.**

**Bewertung:** Die Konzentration im Trinkwasser ist so niedrig zu halten, wie dies technisch möglich ist, **eine Konzentration von 10 µg/l darf dabei nicht überschritten werden.**

### **Hydroxyethylaminodimethylenphosphonsäure (auch: (2-Hydroxyethyl)aminodimethylen-phosphonsäure, CAS Nr.: 5995-42-6):**

**Bewertung:** Für diesen Stoff liegen keine toxikologischen Daten vor. Es wird daher ein **GOW von 0,1 µg/l** festgelegt.

### **Phosphonobutantricarbonsäure (PBTC; CAS-Nr.: 37971-36-1):**

Für diesen Stoff liegt ein REACH Dossier vor [13]. Danach ist die Substanz in *In-vitro*-Tests (Ames-Test, Test auf Chromosomenaberrationen in Säugetierzellen nach OECD Guideline 473, V79 -HPRT Forward Mutation

Assay nach OECD Guideline 476) nicht mutagen. Bis zu einer Konzentration von 1000 mg/kg und Tag zeigte sich bei Ratten weder maternale Toxizität, noch embryotoxische oder teratogene Effekte und somit keine Reproduktionstoxizität [13]. Eine im Dossier aufgeführte 3-Monats-Studie (subchronische Studie) mit Ratten ergab ein NOAEL von 424 mg/kg und Tag [13].

**Bewertung:** Anhand der Datenlage wird entsprechend der Empfehlung des Umweltbundesamts zur Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser ein **GOW von 3 µg/l** festgelegt [7].

#### **Hexamethylendiamintetramethylenphosphonsäure (CAS-Nr.: 23605-74-5):**

**Bewertung:** Zu diesem Stoff liegen zum Zeitpunkt der Bewertung keine validen toxikologischen Daten vor. Daher wird für diesen Stoff ein **GOW von 0,1 µg/l** festgelegt.

#### **Polyacrylsäure (CAS-Nr.: 9003-01-4):**

Für diesen Stoff ist ein REACH Dossier vorhanden [14]. Die Daten beziehen sich insbesondere auf das Monomer Acrylsäure (CAS-Nr.: 79-10-7) als analoge Substanz. Zum Polymer selbst liegen keine toxikologischen Daten vor. Für die Acrylsäure wurde für Ratten nach wiederholter Exposition über das Trinkwasser für 12 Monate ein NOAEL von 800 ppm (entsprechend 40 mg/kg) festgestellt. Es wurden *in vitro* in einigen Testsystemen gentoxische Effekte nach Exposition mit Acrylsäure beobachtet (in vier unabhängigen Mouse Lymphoma Assays und in zwei Chromosomenaberrationstests, jedoch nicht im Ames-Test oder in CHO-Zellen). Es zeigten sich *in vitro* klastogene Effekte der Acrylsäure. *In vivo* konnten keine gentoxischen Effekte in Knochenmarkszellen der Ratte oder den Keimzellen der Maus nach oraler Gabe der analogen Substanz Acrylsäure identifiziert werden [14].

**Bewertung:** Basierend auf den *In-Vivo*-Gentoxizitätsergebnissen des Monomers (Acrylsäure) und der EFSA Opinion von 2007 [17], wonach davon auszugehen ist, dass auch das Polymer *in vivo* zu keinen gentoxischen Effekten führen wird, wird ein **GOW von 0,3 µg/l** festgelegt.

#### **Polyacrylsäure-Acrylamid (CAS-Nr.: 9003-06-9):**

In einer Studie zur Karzinogenität von 1957 wurde nach oraler Gabe der Substanz über 730 Tagen bei Ratten ein HNEL (Highest No Effect Level = NOEL) von 500 mg/kg und Tag und ein LEL (= LOEL) von 2500 mg/kg und Tag identifiziert [15]. Für chronische Effekte bei Hunden wird ein HNEL von 1500 mg/kg und Tag angegeben [15].

**Bewertung:** Da die toxikologische Datenlage insbesondere in Bezug auf eine mögliche gentoxische Wirkung und auch insgesamt unzureichend ist, wird ein **GOW von 0,1 µg/l** festgelegt.

### **Acrylsäure-Maleinsäure (CAS-Nr.: 29132-58-9):**

**Bewertung:** Zu diesem Stoff liegen zum Zeitpunkt der Bewertung keine validen toxikologischen Daten vor, daher wird ein **GOW von 0,1 µg/l** festgelegt [18].

### **Literatur:**

[1]: „Verordnung (EU) Nr. 231/2012 der Kommission vom 9. März 2012 mit Spezifikationen für die in den Anhängen II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates aufgeführten Lebensmittelzusatzstoffe (Text von Bedeutung für den EWR)“, ABl. L 83 vom 22.3.2012, S. 1

[2]: EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), M. Younes, G. Aquilina, L. Castle, et al. (2019): „Re-evaluation of phosphoric acid–phosphates – di-, tri- and polyphosphates (E 338–341, E 343, E 450–452) as food additives and the safety of proposed extension of use”,  
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5674>

[3]: US EPA, CompTox Chemicals Dashboard, (2025).  
[https://comptox.epa.gov/dashboard/search-results?input\\_type=synonym\\_substring&inputs=68915-31-1](https://comptox.epa.gov/dashboard/search-results?input_type=synonym_substring&inputs=68915-31-1).

[4]: ECHA, REACH registration data factsheet, (2023).  
<https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/15386>.

und  
ECHA, ECHA Chemical Database, (2025).  
[https://chem.echa.europa.eu/100.028.944/dossier-view/35520e6b-cf9e-43f0-97e7-9990a372f1a0/6f34c6fa-3d94-45ae-b61d-8f70fe322f30\\_6f34c6fa-3d94-45ae-b61d-8f70fe322f30?searchText=7758-29-4](https://chem.echa.europa.eu/100.028.944/dossier-view/35520e6b-cf9e-43f0-97e7-9990a372f1a0/6f34c6fa-3d94-45ae-b61d-8f70fe322f30_6f34c6fa-3d94-45ae-b61d-8f70fe322f30?searchText=7758-29-4).

[5]: ECHA, REACH registration data factsheet, (2023).  
<https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/15198>.

und  
ECHA, ECHA Chemical Database, (2025).  
[https://chem.echa.europa.eu/100.026.496/dossier-view/6bdc8921-6e0f-430d-a06b-23a7f112c847/0814a1ed-69be-4196-af50-48ffbd564d21\\_0814a1ed-69be-4196-af50-48ffbd564d21?searchText=6419-19-8](https://chem.echa.europa.eu/100.026.496/dossier-view/6bdc8921-6e0f-430d-a06b-23a7f112c847/0814a1ed-69be-4196-af50-48ffbd564d21_0814a1ed-69be-4196-af50-48ffbd564d21?searchText=6419-19-8).

[6]: ECHA, REACH registration data factsheet, (2023).  
<http://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/14238>.  
und  
ECHA, ECHA Chemical Database, (2025).  
[https://chem.echa.europa.eu/100.036.287/dossier-view/c6883b38-dae5-4d0a-b45a-10e75e435cf7/10a2783d-f133-47b9-909d-8439707d9e96\\_7b646454-bca3-48b9-a3c3-7489c99df8c6?searchText=15827-60-8](https://chem.echa.europa.eu/100.036.287/dossier-view/c6883b38-dae5-4d0a-b45a-10e75e435cf7/10a2783d-f133-47b9-909d-8439707d9e96_7b646454-bca3-48b9-a3c3-7489c99df8c6?searchText=15827-60-8).

[7]: UBA (2003): Empfehlung zur Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht - Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission beim Umweltbundesamt. Bundesgesundheitsbl. - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 46, 249-251

[8]: BfArM, PharmaNet.Bund, (2025). [https://www.pharmnet-bund.de/PharmNet/DE/Home/\\_node.html](https://www.pharmnet-bund.de/PharmNet/DE/Home/_node.html).

[9]: Karow, T. und Lang-Roth, R (2017): Allgemeine und Spezielle Pharmakologie und Toxikologie, 25. Auflage, 2017

[10]: Rote Liste® Service GmbH, Rote Liste, (2025). <https://www.rote-liste.de/>.

[11]: ECHA, REACH registration data factsheet, (2023).  
<http://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/16011>.  
und  
ECHA, ECHA Chemical Database, (2025).  
[https://chem.echa.europa.eu/100.018.684/dossier-view/ef50070b-0f81-481e-9f83-97af312fb786/56f72e4c-3dd3-440a-98f0-623ce24a1956\\_0367179c-3de8-49da-afe5-6ada95ecdc91?searchText=2809-21-4](https://chem.echa.europa.eu/100.018.684/dossier-view/ef50070b-0f81-481e-9f83-97af312fb786/56f72e4c-3dd3-440a-98f0-623ce24a1956_0367179c-3de8-49da-afe5-6ada95ecdc91?searchText=2809-21-4).

[12]: ECHA, REACH registration data factsheet, (2023).  
<https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/23979/7/6/1>.  
und  
ECHA, ECHA Chemical Database, (2025).  
[https://chem.echa.europa.eu/100.014.410/dossier-view/0d08b74e-72f4-4658-8737-0823b400a37d/a7e9e27b-0946-453f-b624-d55db5e1fa14\\_1bf86c7a-7eee-4ea0-b661-bf2165ebfb9a?searchText=1429-50-1](https://chem.echa.europa.eu/100.014.410/dossier-view/0d08b74e-72f4-4658-8737-0823b400a37d/a7e9e27b-0946-453f-b624-d55db5e1fa14_1bf86c7a-7eee-4ea0-b661-bf2165ebfb9a?searchText=1429-50-1).

[13]: ECHA, REACH registration data factsheet, (2023).  
<https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/14870/7/1>.  
und

ECHA, ECHA Chemical Database, (2025).  
[https://chem.echa.europa.eu/100.048.831/dossier-view/766ff9b4-e1cf-4265-98c3-c9cad102db51/67fc487a-808f-4c68-a28f-7d9e95ab8722\\_a9970654-2016-4ac2-8172-ed58e9e72730?searchText=37971-36-1](https://chem.echa.europa.eu/100.048.831/dossier-view/766ff9b4-e1cf-4265-98c3-c9cad102db51/67fc487a-808f-4c68-a28f-7d9e95ab8722_a9970654-2016-4ac2-8172-ed58e9e72730?searchText=37971-36-1).

[14]: ECHA, REACH registration data factsheet, (2023).  
<https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/22071/7/3/1>.

[15]: US EPA, CompTox Chemicals Dashboard, (2025).  
<https://comptox.epa.gov/dashboard/dsstoxdb/results?search=9003-06-9#toxicity-values>.

[16]: ECHA, ECHA Chemical Database, (2025).  
[https://chem.echa.europa.eu/100.034.145/dossier-view/36ddad77-f210-420a-8b98-04736509ff61/IUC5-425b5d89-0954-49ec-bcd3-9caaf07502de\\_0cebf91b-cac4-4413-a938-77988c329615?searchText=3845-36-8](https://chem.echa.europa.eu/100.034.145/dossier-view/36ddad77-f210-420a-8b98-04736509ff61/IUC5-425b5d89-0954-49ec-bcd3-9caaf07502de_0cebf91b-cac4-4413-a938-77988c329615?searchText=3845-36-8).

[17]: Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to a 16th list of substances for food contact materials.  
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2007.555>

[18]: Sigma Aldrich, Sicherheitsdatenblatt - Poly(acrylsäurecomaleinsäure) -Lösung, (2024).  
<https://www.sigmaaldrich.com/DE/de/sds/aldrich/416053?userType=anonymous>.