

Stand: 23. April 2026

## Kurzdossier Spurenstoffe

### **Stoffname: Gruppe Chlorierte Organophosphat-Flammschutzmittel (Cl-FSM)**

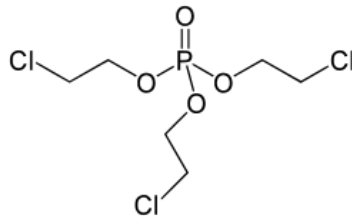
Der Fokus der vorliegenden Relevanzbewertung liegt auf Spurenstoffen in deutschen Gewässern. Sie gründet auf Umweltbeobachtungsdaten aus der Bundesrepublik Deutschland. Daten aus anderen Ländern können als zusätzliche Interpretationshilfe herangezogen werden.

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

Aufgrund ihrer Strukturähnlichkeit und der damit verbundenen read-across Möglichkeiten sowie ähnlicher Anwendungsbereiche werden die Stoffe Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP), Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP) und Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphat (TDCP) zusammen als chlorierte Phosphatester-Flammschutzmittel (Untergruppe der Organophosphat-Flammschutzmittel) in einem Kurzdossier betrachtet.

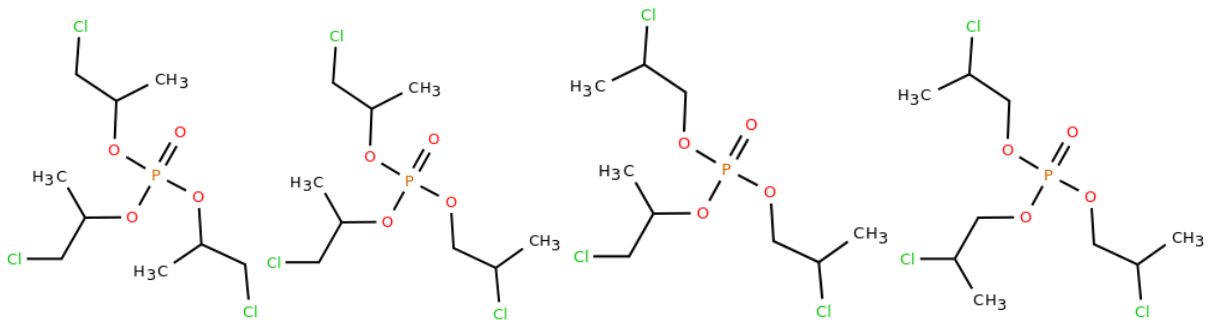
# 1 Stoffe

- Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP), CAS-Nr: 115-96-8, EC-Nr: 204-118-5



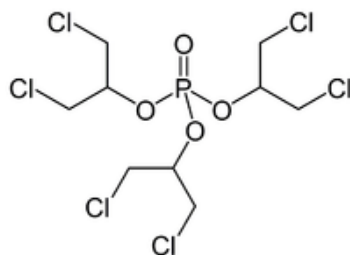
Wasserlöslichkeit: 7,943 g/L bei 20 °C <sup>1</sup>

- Tris(2-chlorisopropyl)phosphat und Reaktionsprodukte von Phosphoryl trichlorid mit 2-Methyloxiran (TCPP), CAS-Nr: 13674-84-5 und 1244733-77- 4 EC-Nr: 237-158-7 und 807-935-0



Wasserlöslichkeit: 1,08 g/L bei 25 °C und pH 7 <sup>2</sup>

- Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphat (TDCP), CAS-Nr: 13674-87-8, EC-Nr: 237-159-2



Wasserlöslichkeit: 18,1 mg/L bei 20 °C und pH 6,3 <sup>3</sup>

## Anwendung

TCEP, TCPP und TDCP gehören zu den chlorierten Organophosphat-Flammschutzmitteln. TCPP und TDCP werden unter anderem als Weichmacher mit flammhemmender Wirkung in flexiblen polyurethanhaltigen Erzeugnissen (PUR), wie Babymatratzen, Autosicherheitssitzen, Babytragetüchern, Wohnpolstermöbeln und in Klebstoffen, Lacken, Farben und Beschichtungsmitteln verwendet.<sup>5</sup>

Neben den Einträgen in Gewässer ist auch die Emission in die Innenraumluft und Atmosphäre ein wichtiger Eintragspfad in die Umwelt.

2018 wurde von der ECHA im Auftrag der EU-Kommission eine EU-weite Beschränkung des Inverkehrbringens von Babyartikeln und Polstermöbeln für Wohnräume mit PUR-Schaumstoffen, die TCEP, TCPP und TDCP enthalten, sowie für Matratzen für Erwachsene und Textilien eingereicht. Die Beschränkung wurde aufgrund der mangelnder Datenverfügbarkeit zurückgezogen, mit dem Verweis auf eine noch laufende Studie im Rahmen des US NTP, in der TCEP, TCPP und TDCP gezielt untersucht werden.<sup>4</sup>

TCEP wird in der EU derzeit nicht mehr als Flammschutzmittel verwendet, kann aber als Verunreinigung in anderen handelsüblichen Flammschutzmitteln oder in importierten Erzeugnissen enthalten sein.

TCEP ist wegen Reproduktionstoxizität als besonders besorgniserregende Substanz (SVHC) seit 2010 auf der ECHA-Kandidatenliste und seit 2012 (sunset date 2015) auch im Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe unter REACH enthalten (Annex XIV). Für TCEP gibt es aktuell keine aktiven Registrierungen.

TCPP ist registriert unter „Reaction products of phosphoryl trichloride and 2-methyloxirane (CAS 1244733-77-4, EC-Nr: 237-158-7)“ mit 50 000 – 100 000 Tonnen pro Jahr. Eine vorherige Einzelregistrierung beinhaltete eine Isomerenmischung (je nach Position der Methylgruppe) und wurde daher zurückgezogen (EC-Nr: 237-158-7).<sup>5</sup>

Die unter REACH registrierte Menge von TDCP beträgt 1 000 – 10 000 Tonnen pro Jahr.

## 2 Ausgewählte Daten zum Vorkommen in Gewässern, Grund-, Roh- und Trinkwasser und Biota

**Tabelle 1: Ausgewählte Daten zum Vorkommen von TCEP, TCPP, TDCP in Gewässern**

| Bezug/<br>Betrachtungseinheit  | Jahr und<br>Monitoringdaten von<br>TCEP [µg/L]  | Jahr und<br>Monitoringdaten von<br>TCPP [µg/L]  | Jahr und<br>Monitoringdaten von<br>TDCP [µg/L]   |
|--|---|---|--|
| Fließgewässer<br>Deutschland,<br>Messprogramm der<br>Bundesländer  | 2021-2023 (103<br>Messstellen aus 5<br>Bundesländern) <sup>6</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,1 – 0,16<br/>(Jahresmittelwerte)</li> <li>• &lt; 0,01 – 0,46 (Max.)</li> <li>• 0,003 – 0,05 (BG)</li> </ul> | 2021-2023 (71<br>Messstellen aus 5<br>Bundesländern) <sup>6</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,03 – 0,35<br/>(Jahresmittelwerte)</li> <li>• &lt; 0,03 – 1,52 (Max.)</li> <li>• 0,0024 – 0,1 (BG)</li> </ul> | 2021-2023 (53<br>Messstellen aus 4<br>Bundesländern) <sup>6</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,05 – 0,054<br/>(Jahresmittelwerte)</li> <li>• &lt; 0,005 – 0,13<br/>(Max.)</li> <li>• 0,005 – 0,1 (BG)</li> </ul> |
| Oberflächengewässer<br>(Rhein, Mosel),<br>Deutschland  | 2023 (n=61) <sup>7</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,05 (Min.)</li> <li>• &lt; 0,05 (Mittelwert)</li> <li>• 0,051 (Max.)</li> </ul>  | 2023 (n=61) <sup>8</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,01 (Min.)</li> <li>• 0,13 (Mittelwert)</li> <li>• 0,36 (Max.)</li> </ul>   | 2023 (n=65) <sup>9</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,04 (Min.)</li> <li>• &lt; 0,04 (Mittelwert)</li> <li>• 0,044 (Max.)</li> </ul>   |
| Oberflächengewässer<br>(Oder), Deutschland   | 2022 (n=5) <sup>10</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,02 (Max.)</li> </ul>   | 2022 (n=5) <sup>10</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,74 (Max.)</li> </ul>   |  |
| Oberflächengewässer<br>(Rhein, Mulde),<br>Deutschland  |   | 2021 (n=32) <sup>11</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,27 (Median)</li> <li>• 38% (Nachweis-<br/>häufigkeit)</li> </ul>  |  |
| Oberflächengewässer,<br>Rhein, Deutschland   |   | 2019-2020 (3<br>Messstellen) <sup>12</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,52 (Max.)</li> </ul>   |  |
| Oberflächengewässer<br>(Mulde, Neue Luppe,<br>Weiße Elster,<br>Landgraben, Main,<br>Sandbach, Rhein),<br>Deutschland | 2019 (11 Messstellen) <sup>13</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,01-1 (geschätzter<br/>Konzentrationsberei-<br/>ch)</li> </ul>   | 2019 (11 Messstellen) <sup>13</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1-1 (geschätzter<br/>Konzentrationsberei-<br/>ch)</li> </ul>  |  |
| Oberflächengewässer<br>(22 Einzugsgebiete),<br>Europa  | 2016-2019 (n=445) <sup>14</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,08 (Mittelwert)</li> <li>• 0,04 (Median)</li> <li>• 0,61 (Max.)</li> </ul>  | 2016-2019 (n=445) <sup>14</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,93 (Mittelwert)</li> <li>• 1,28 (Median)</li> <li>• 5,8 (Max.)</li> </ul>   |  |
| Kanalisation, Leipzig,<br>Deutschland  | 2022 (n=19) <sup>15</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG - 0,51</li> </ul>   | 2022 (n=19) <sup>15</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 7,12 (Max.)</li> <li>• 1,75 (Median)</li> </ul>   |  |
| Kläranlagenablauf,<br>Deutschland  |   | 2017 <sup>16</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,74 – 1,70</li> <li>• 0,5 (BG)</li> </ul>   |  |
| Kläranlagenzuläufe,<br>Ruhr, Deutschland   | 2002 <sup>17</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,29 (Median)</li> </ul>   | 2002 <sup>17</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 (Median)</li> </ul>  | 2002 <sup>17</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1 (Median)</li> </ul>   |

| Bezug/<br>Betrachtungseinheit            | Jahr und<br>Monitoringdaten von<br>TCEP [ $\mu\text{g/L}$ ]  | Jahr und<br>Monitoringdaten von<br>TCPP [ $\mu\text{g/L}$ ]   | Jahr und<br>Monitoringdaten von<br>TDCP [ $\mu\text{g/L}$ ]   |
|--|--|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,64 (Max.)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5,8 (Max.)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,18 (Max.)</li> </ul>   |
| Kläranlagenabläufe,<br>Ruhr, Deutschland | 2002 <sup>17</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,35 (Median)</li> <li>• 0,41 (Max.)</li> </ul>  | 2002 <sup>17</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,1 (Median)</li> <li>• 6,6 (Max.)</li> </ul>   | 2002 <sup>17</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,13 (Median)</li> <li>• 0,18 (Max.)</li> </ul>   |
| Kläranlagenablauf,<br>Deutschland        |  | 2007 – 2010 (n=97) <sup>18</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,55 (Min.)</li> <li>• 3,09 (Mittelwert)</li> <li>• 110 (Max.)</li> </ul>   |   |
| Niederschlagwasser,<br>Deutschland       | 2007 – 2009 <sup>19</sup><br>Frankfurt am Main<br>(n = 90) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,071 (Median)</li> <li>• 0,01 (Min.)</li> <li>• 0,485 (Max.)</li> </ul> Bekond (n = 48) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,012 (Median)</li> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 0,127 (Max.)</li> </ul> Kleiner Feldberg (n = 29) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,04 (Median)</li> <li>• 0,011 (Min.)</li> <li>• 0,39 (Max.)</li> </ul> | 2007 – 2009 <sup>19</sup><br>Frankfurt am Main<br>(n = 90) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,403 (Median)</li> <li>• 0,032 (Min.)</li> <li>• 3,562 (Max.)</li> </ul> Bekond (n = 48) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,134 (Median)</li> <li>• 0,005 (Min.)</li> <li>• 1,214 (Max.)</li> </ul> Kleiner Feldberg (n = 29) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,057 (Median)</li> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 1,154 (Max.)</li> </ul> | 2007 – 2009 <sup>19</sup><br>Frankfurt am Main<br>(n = 90) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,005 (Median)</li> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 0,532 (Max.)</li> </ul> Bekond (n = 48) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,007 (Median)</li> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 0,087 (Max.)</li> </ul> Kleiner Feldberg (n = 29) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,016 (Median)</li> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 0,497 (Max.)</li> </ul> |
| Regenüberlaufbecken,<br>Deutschland      | 2007 – 2009 <sup>19</sup><br>Frankfurt am Main<br>(n = 42) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,077 (Median)</li> <li>• 0,033 (Min.)</li> <li>• 0,275 (Max.)</li> </ul> Bekond (n = 10) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,078 (Median)</li> <li>• 0,023 (Min.)</li> <li>• 0,131 (Max.)</li> </ul>   | 2007 – 2009 <sup>19</sup><br>Frankfurt am Main<br>(n = 42) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,88 (Median)</li> <li>• 0,016 (Min.)</li> <li>• 5,791 (Max.)</li> </ul> Bekond (n = 10) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,41 (Median)</li> <li>• 0,197 (Min.)</li> <li>• 1,214 (Max.)</li> </ul>  | 2007 – 2009 <sup>19</sup><br>Frankfurt am Main<br>(n = 42) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,013 (Median)</li> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 0,073 (Max.)</li> </ul> Bekond (n = 10) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,011 (Median)</li> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• 0,036 (Max.)</li> </ul>  |

**Tabelle 2: Ausgewählte Daten zum Vorkommen von TCEP, TCPP, TDCP in Grund-, Roh- und Trinkwasser; Daten von fünf Wasserversorgungsunternehmen mit einer betreuten Trinkwassermenge von 700 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr, 2010 – 2024<sup>20</sup>**

| Jahr und Monitoringdaten von TCEP [µg/L]  | Jahr und Monitoringdaten von TCPP [µg/L]  | Jahr und Monitoringdaten von TDCP [µg/L]  |
|---|---|---|
| <p>Flusswasser (z.T. Aufbereitung durch Uferfiltration); 2 Messstellen; 867 Messungen; BG = 0,005 – 0,05 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG – 0,1 (Min.)</li> <li>• &lt; BG – 0,37 (Median)</li> <li>• 0,05 – 5 (Max.)</li> <li>• 3,2 – 71,8% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul>                                  | <p>Flusswasser (z.T. Aufbereitung durch Uferfiltration); 2 Messstellen; 867 Messungen; BG = 0,005 – 0,05 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• &lt; BG (Median)</li> <li>• 0,11 – 1,5 (Max.)</li> <li>• &lt; 10 – 89,6% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul>   |   |
| <p>Grundwasser mit UF-Anteilen; 1 Messtelle; 1640 Messungen; BG = 0,1 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1 (Min.)</li> <li>• &lt; 0,18 (Median)</li> <li>• 0,48 (Max.)</li> <li>• 6,8% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul>   | <p>Grundwasser mit UF-Anteilen; 1 Messtelle; 1641 Messungen; BG = 0,05 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,05 (Min.)</li> <li>• &lt; 0,06 (Median)</li> <li>• 0,31 (Max.)</li> <li>• 0,4% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul>   |   |
| <p>Rohwasser aus Flusswasser (z.T. Aufbereitung mit Ozonung und/oder Aktivkohlefiltration); 14 Messstellen; 398 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• &lt; BG – 0,04 (Median)</li> <li>• &lt; BG – 0,48 (Max.)</li> <li>• 0 – 71,4% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul> | <p>Rohwasser aus Flusswasser (z.T. Aufbereitung mit Ozonung und/oder Aktivkohlefiltration); 14 Messstellen; 398 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG – 0,05 (Min.)</li> <li>• &lt; BG – 0,15 (Median)</li> <li>• &lt; BG – 1,33 (Max.)</li> <li>• 0 – 100% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul> | <p>Rohwasser aus Flusswasser (z.T. Aufbereitung mit Ozonung und/oder Aktivkohlefiltration); 14 Messstellen; 400 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• &lt; BG (Median)</li> <li>• &lt; BG – 0,11 (Max.)</li> <li>• 0 – 23% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul>      |
| <p>Rohwasser aus Grundwasser (z.T. mit UF-Anteil und/ oder Aktivkohlefiltration); 16 Messstellen; 1276 Messungen; BG = 0,03 – 0,1 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> <li>• &lt; BG (Median)</li> <li>• &lt; BG – 0,16 (Max.)</li> <li>• 0 – 3,4% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul>                   | <p>Rohwasser aus Grundwasser (z.T. mit UF-Anteil und/ oder Aktivkohlefiltration); 16 Messstellen; 1458 Messungen; BG = 0,03 – 0,05 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG – 0,03 (Min.)</li> <li>• &lt; BG – 0,04 (Median)</li> <li>• &lt; BG – 0,08 (Max.)</li> <li>• 0 – 100% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul>          | <p>Rohwasser aus Grundwasser (z.T. mit UF-Anteil und/ oder Aktivkohlefiltration); 16 Messstellen; 847 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG – 0,04 (Min.)</li> <li>• &lt; BG – 0,04 (Median)</li> <li>• &lt; BG – 0,04 (Max.)</li> <li>• 0 – 0,3% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul> |
| <p>Trinkwasser aus Grundwasser (z.T. in geringen Anteilen Aufbereitung durch Uferfiltration oder Aktivkohlefiltration); 25 Messstellen; 141 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> </ul>   | <p>Trinkwasser aus Grundwasser (z.T. in geringen Anteilen Aufbereitung durch Uferfiltration oder Aktivkohlefiltration); 25 Messstellen; 136 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> </ul>   | <p>Trinkwasser aus Grundwasser (z.T. in geringen Anteilen Aufbereitung durch Uferfiltration oder Aktivkohlefiltration); 25 Messstellen; 141 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 µg/L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; BG (Min.)</li> </ul>   |

| Jahr und Monitoringdaten von TCEP [ $\mu\text{g/L}$ ]  | Jahr und Monitoringdaten von TCPP [ $\mu\text{g/L}$ ]   | Jahr und Monitoringdaten von TDCP [ $\mu\text{g/L}$ ]  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; BG (Median)</li> <li>&lt; BG (Max.)</li> <li>0 – 0,02% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul> <p>Trinkwasser (z.T. mit UF-Anteilen; angereichertes Grundwasser und Mischung aus Fluss-/Grundwasser); 10 Messstellen; 736 Messungen; BG = 0,02 – 0,1 <math>\mu\text{g/L}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; BG (Min.)</li> <li>&lt; BG (Median)</li> <li>&lt; BG – 0,63 (Max.)</li> </ul> <p>0 – 5,3% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; BG – 0,03 (Median)</li> <li>&lt; BG – 0,05 (Max.)</li> <li>0 – 80% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul> <p>Trinkwasser (z.T. mit UF-Anteilen; angereichertes Grundwasser und Mischung aus Fluss-/Grundwasser); 10 Messstellen; 970 Messungen; BG = 0,02 – 0,05 <math>\mu\text{g/L}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; BG (Min.)</li> <li>&lt; BG (Median)</li> <li>&lt; BG – 0,06 (Max.)</li> </ul> <p>0 – 4,5% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; BG (Median)</li> <li>&lt; BG (Max.)</li> <li>0% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</li> </ul> <p>Trinkwasser (angereichertes Grundwasser und Mischung aus Fluss-/Grundwasser; z.T. in geringen Anteilen Aufbereitung durch Uferfiltration oder Aktivkohlefiltration); 5 Messstellen; 329 Messungen; BG = 0,02 – 0,03 <math>\mu\text{g/L}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; BG (Min.)</li> <li>&lt; BG (Median)</li> <li>&lt; BG – 0,05 (Max.)</li> </ul> <p>0 – 0,4% (rel. Anteil der Positivbefunde &gt; BG)</p> |

**Tabelle 3: Ausgewählte Daten zum Vorkommen von TCEP, TCPP, TDCP in Biota**

| Jahr und Monitoringdaten von TCEP  | Jahr und Monitoringdaten von TCPP  | Jahr und Monitoringdaten von TDCP |
|--|--|-----------------------------------|
| <p>2011 und 2012 (n=312)<sup>21</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Metabolit von DCEP in 64 % Urinproben von Kindern, Deutschland</li> </ul> | <p>2011 und 2012 (n=312)<sup>21</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Metabolit DCPP von TCPP in 21% Urinproben von Kindern, Deutschland</li> </ul> | Keine Daten                       |

## 3 Stoffeigenschaften

### 3.1 Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP)

Tabelle 4: Stoffeigenschaften von TCEP gemäß Relevanzkriterien

| Bezugswert/<br>Triggerwert   | Daten für jeweiligen Stoff  | Bewertung der Besorgnis<br>(Besorgnis durch „+“ bzw. keine<br>durch „-“ gekennzeichnet) |
|--|---|---|
| <b>Persistenz/biologische Abbaubarkeit</b><br>Persistent, wenn „nicht leicht biologisch abbaubar“ / „nicht inhärent abbaubar“ oder gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung <sup>22</sup> und zugehörigem Leitfaden <sup>23</sup>   | 4% Abbau (28 d), nicht leicht biologisch abbaubar (OECD 301 C) <sup>24</sup>  | +   |
| <b>Mobilität/Adsorptionsfähigkeit</b><br>Mobil (M): $\log K_{oc} < 3$<br>Sehr mobil (vM): $\log K_{oc} < 2$ <sup>25</sup>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\log K_{oc} = 2,04</math> (QSAR für Phosphate (Sabljic et al., 1995) und <math>\log K_{ow}</math> von 1,78)<sup>26</sup></li> <li>• <math>\log K_{oc} = 2,48</math> (Schätzung der molekularen Konnektivität der U.S. EPA)<sup>26</sup></li> <li>• <math>\log K_{oc} = 2,08, 2,28, 2,52</math> (experimentell, zwei unveränderte Böden und ein mit Klärschlamm veränderter Boden)<sup>27</sup></li> </ul>  | +   |
| <b>Humantoxizität (harmonisierte Einstufung nach CLP)</b><br>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 <sup>28</sup> | Repr. 1B (H360F)  | +   |
| <b>Ökotoxizität (akut/chronisch; Standardtests)</b><br>Ökotoxisch, wenn $LC_{50}/EC_{50} < 0,1$ mg/L oder NOEC $< 0,01$ mg/L gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung <sup>22</sup> und zugehörigem Leitfaden <sup>23</sup><br><br>(nicht ökotoxisch, wenn $EC_{50} >$ Wasserlöslichkeit)           | <u>Akute Toxizität, Fisch:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>LC_{50} = 249</math> mg/L (96h <i>Oncorhynchus mykiss</i>)<sup>29</sup></li> </ul> <u>Akute Toxizität, aquatische Invertebraten (OECD 202):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>EC_{50} = 4,9</math> mg/L (24h <i>Daphnia magna</i>)<sup>29</sup></li> <li>• <math>EC_{50} = 170</math> mg/L (48h <i>Daphnia magna</i>)<sup>30</sup></li> </ul> <u>Akute Toxizität, Alge (OECD 201):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>EC_{50} = 1,1 - 3,6</math> mg/L (72h <i>Polygonum acre</i>)<sup>29</sup></li> <li>• <math>EC_{50} = 450</math> mg/L (72h Süßwasseralgen)<sup>30</sup></li> </ul> | +   |

| Bezugswert/<br>Triggerwert | Daten für jeweiligen Stoff  | Bewertung der Besorgnis<br>(Besorgnis durch „+“ bzw. keine<br>durch „-“ gekennzeichnet) |
|----------------------------|---|---|
|                            | Chronische Toxizität, Fisch: <sup>31</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30-day LOEC/NOEC = 0,028 mg/L (yellow catfish; Endpunkt Mortalität)</li> <li>• 30-day LOEC/NOEC = 0,0028 mg/L (yellow catfish; Endpunkte Wachstum und Leber)</li> <li>• 120-day NOEC/LOEC = 0,0016 mg/L (<i>Danio rerio</i>, geom. Mittelwert, Endpunkt Wachstum)<sup>32</sup></li> </ul> |   |

**Tabelle 5: Gleichwertige zusätzliche Besorgnisgründe von TCEP**

|                                   | Bewertungsgrundlage  | Bewertung   |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>Bioakkumulation/Lipophilie</b> | BCF = 0,6 – 5,1<br>(basierend auf 3 Tests mit <i>C. carpio</i> , <i>Carassius auratus</i> und <i>Oryzias latipes</i> ) <sup>26</sup>   | Geringes Potenzial für Bioakkumulation  |
| <b>Aquatische Toxizität</b>       | Effekte auf Zebrafisch Embryonen ( <i>Danio rerio</i> ) <sup>33</sup><br>Entwicklungstoxizität (> 20 µg/L): <ul style="list-style-type: none"> <li>• verringerte Körperlänge</li> <li>• verzögerter Schlupf</li> </ul> Effekte auf Schilddrüsenhormone: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnahme der T4-Spiegel (bei 20 µg/L)</li> </ul> Effekte auf Genexpression: <ul style="list-style-type: none"> <li>• veränderte Transkription mehrerer Gene der Schilddrüsenhormon-Homöostase</li> <li>• veränderte Expression zentraler Gene (<math>\alpha</math>1-tubulin, syn2a, gap43, elavl3, mbp), die mit der Entwicklung des ZNS verbunden sind</li> </ul> | Es treten entwicklungstoxische, neurotoxische Effekte und endokrine Eigenschaften (allerdings nicht bei den o.g. Konzentrationen in Oberflächengewässern) auf |
| <b>Endokrine Effekte</b>          | Störungen des Schilddrüsenhormonsystems in <i>D. rerio</i> (s.o.) <sup>33</sup>  | TCEP zeigt im Zebrafisch Interaktion mit der HPT-Achse (Abnahme des T4 Levels)  |
| <b>Humantoxizität</b>             | Kanzerogene Effekte in tierexperimentellen Studien mit Ratten und Mäusen <sup>24</sup> ;   | Kann vermutlich Krebs erzeugen  |

|                                 | Bewertungsgrundlage   | Bewertung   |
|---------------------------------|---|---|
|                                 | harmonisierte Einstufung als Carc. 2  |   |
| <b>Verhalten in Kläranlagen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Konventionelle Kläranlage: Reduzierung -55,7 bis 35,8 % zu verschiedenen Jahreszeiten<sup>34</sup></li> <li>Keine Elimination in konventionellen Kläranlagen<sup>35</sup></li> </ul> <p>Elimination in verschiedenen Reinigungsverfahren in %<sup>36</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 20 (Konventionelle Reinigungsstufen)</li> <li>51,5 (zusätzlich durch Vorflockung, Fällung, Ozonung, GAC-Filtration (granulierte Aktivkohle), Sandfiltration und Nachchlorung)</li> <li>14,8 (zusätzlich mit erweiterter Oxidation mit UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)</li> <li>86,7 (insgesamt durch 4. Reinigungsstufe)</li> </ul> | Unzureichende Elimination in konventionellen Reinigungsstufen von TCEP; durch 4. Reinigungsstufe verbessert |

**Tabelle 6: Weitere Informationen und Bezugswerte von TCEP**

|  | Bezugswerte, Einstufungen   | Bewertung und ggf. Vergleich mit Monitoringdaten                                 |
|--|---|--|
| PNEC                                   | 65 µg/L (AF=10) <sup>24,37</sup>  | Die PNEC wird in den o.g. Oberflächengewässerdaten nicht überschritten.          |
| UQN                                    | Qualitätsnorm-Vorschlag (QN-V) = 4 µg/L<br><i>S. subspicatus</i> , EC <sub>10</sub> = 200 µg/L<br>AF=50 <sup>37,38</sup>  | Der UQN-Vorschlag wird in den o.g. Oberflächengewässerdaten nicht überschritten. |
| WGK-Einstufung                         | Wassergefährdungsklasse - 3 - stark wassergefährdend <sup>39</sup>  |  |
| CLP-Einstufung und REACH-Registrierung | Harmonisierte CLP-Einstufung <sup>40</sup> :<br>Carc. 2<br>Repr. 1B<br>Acute Tox. 4<br>Aquatic Chronic 2<br><br>Als SVHC (substance of very high concern) eingestuft und im Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe gelistet (Anhang XIV REACH-VO) |  |



### 3.2 Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP)

Tabelle 7: Stoffeigenschaften von TCPP gemäß Relevanzkriterien

| Bezugswert/<br>Triggerwert   | Daten für jeweiligen Stoff  | Bewertung der Besorgnis<br>(Besorgnis durch „+“ bzw. keine<br>durch „-“ gekennzeichnet)   |
|--|---|---|
| <b>Persistenz/biologische Abbaubarkeit</b><br>Persistent, wenn „nicht leicht biologisch abbaubar“ / „nicht inhärent abbaubar“ oder gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung <sup>22</sup> und zugehörigem Leitfaden <sup>23</sup>   | 0% Abbau (28 d), nicht leicht biologisch abbaubar (OECD 301 C) <sup>41</sup><br><br>14% Abbau (28 d), nicht leicht biologisch abbaubar (OECD 301 E) <sup>41</sup>   | +   |
| <b>Mobilität/Adsorptionsfähigkeit</b><br>Mobil (M): $\log K_{oc} < 3$<br>Sehr mobil (vM): $\log K_{oc} < 2$ <sup>25</sup>  | Für Isomer Tris(2-chloro-1-methylethyl) phosphate: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\log K_{oc} = 2,44</math> (QSAR für Phosphate (Sabljic et al., 1995) und <math>\log K_{ow}</math> von 2,59)<sup>26</sup></li> <li>• <math>\log K_{oc} = 2,76</math> (HPLC Methode)<sup>26</sup></li> <li>• <math>\log K_{oc} = 3,11</math> Schätzung der molekularen Konnektivität der U.S. EPA)<sup>26</sup></li> <li>• <math>\log K_{oc} = 2,03, 2,16, 2,25</math> (experimentell, zwei unveränderte Böden und ein mit Klärschlamm veränderter Boden)<sup>27</sup></li> </ul> | +   |
| <b>Humantoxizität (harmonisierte Einstufung nach CLP)</b><br>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 <sup>28</sup> | Keine harmonisierte Einstufung  | (siehe Tabelle 8)   |
| <b>Ökotoxizität (akut/chronisch; Standardtests)</b><br>Ökotoxisch, wenn $LC_{50}/EC_{50} < 0,1$ mg/L oder NOEC $< 0,01$ mg/L gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung <sup>22</sup> und zugehörigem Leitfaden <sup>23</sup><br><br>(nicht ökotoxisch, wenn $EC_{50} >$ Wasserlöslichkeit)           | <u>Akute Toxizität, Fisch:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>LC_{50} = 56,2</math> mg/L (96h <i>Danio rerio</i>)<sup>41</sup></li> </ul> <u>Akute Toxizität, aquatische Invertebraten (OECD 202):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>EC_{50} = 65 - 335</math> mg/L (48h <i>Daphnia magna</i>)<sup>41</sup></li> </ul> <u>Akute Toxizität, Alge (OECD 201):</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>EC_{50} = 73</math> mg/L (96h <i>Selenastrum capricornutum</i>)<sup>41</sup></li> </ul>   | Chronische Daten fehlen, vergleichbare akute Ökotoxizität zu TCEP und TDCP, durch read-across zur chronische Ökotoxizität auch erwartet; read-across von TCPP und TDCP auch durch Registrant von TDCP und CLH-Dossier <sup>43</sup> zu TDCP vorgeschlagen |

**Tabelle 8: Gleichwertige zusätzliche Besorgnisgründe von TCPP**

|                                   | Bewertungsgrundlage   | Bewertung  |
|-----------------------------------|---|--|
| <b>Bioakkumulation/Lipophilie</b> | BCF = -0,8 – 4,6 ( <i>Cyprinus carpio</i> )<br>41   | Geringes Potenzial für Bioakkumulation in Fischen; allerdings Hinweise zur Biomagnifikation in bestimmten Nahrungsnetzen (benthisch, marin, Antarktis)<br>44 |
| <b>Endokrine Effekte (Mensch)</b> | Endokrine Aktivität und adverse Effekte <i>in-vitro</i> und <i>in-vivo</i> : ein verringertes Gewicht mehrerer endokrin relevanter Organe, ein gestörter Östrus-Zyklus und eine verzögerte sexuelle Entwicklung (ED HH 1 CLH-Dossier eingereicht) 42  | Kann beim Menschen endokrine Störungen verursachen   |
| <b>Humantoxizität</b>             | CLH-Dossier eingereicht zu Carc. 1B (H350) und Repr. 1B (H360FD)42  | Kann Krebs erzeugen, kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen, kann das Kind im Mutterleib schädigen   |
| <b>Verhalten in Kläranlagen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konv. Kläranlage: Reduzierung -10,4 bis 40,8 % zu verschiedenen Jahreszeiten<sup>34</sup></li> <li>• Keine Elimination in konv. Kläranlage<sup>35</sup></li> </ul> <p>Elimination in verschiedenen Reinigungsverfahren in % <sup>36</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -12 (Konventionelle Reinigungsstufen)</li> <li>• 40 (zusätzlich durch Vorflockung, Fällung, Ozonung, GAC-Filtration, Sandfiltration und Nachchlorung)</li> <li>• 14,4 (zusätzlich mit erweiterter Oxidation mit UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)</li> <li>• 76,7 (insgesamt durch 4. Reinigungsstufe)</li> </ul> | Unzureichende Elimination in konventionellen Reinigungsstufen; Verbessert durch Kombination Ozonung mit GAC  |

**Tabelle 9: Weitere Informationen und Bezugswerte von TCPP**

|  | Bezugswerte, Einstufungen | Bewertung und ggf. Vergleich mit Monitoringdaten |
|--|---------------------------|--|
| Gesundheitlicher Orientierungswert für das Trinkwasser | GOW = 1 µg/L              | GOW wird im Trinkwasser unterschritten           |

|  | Bezugswerte, Einstufungen   | Bewertung und ggf. Vergleich mit Monitoringdaten                        |
|--|---|---|
| PNEC   | 260 µg/L ( <i>P. subcapitata</i> , NOEC = 13 mg/L, AF=50) <sup>26</sup> | Die PNEC wird in den o.g. Oberflächengewässerdaten nicht überschritten. |
| WGK-Einstufung                                     | Wassergefährdungsklasse - 2 - deutlich wassergefährdend <sup>39</sup>   |   |
| CLP-Einstufung<br>(Nur Harmonisierte Einstufungen) | keine harmonisierte Einstufung  |   |

### 3.3 Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphate (TDCP)

Tabelle 10: Stoffeigenschaften von TDCP gemäß Relevanzkriterien

| Bezugswert/<br>Triggerwert   | Daten für jeweiligen Stoff   | Bewertung der Besorgnis<br>(Besorgnis durch „+“ bzw. keine<br>durch „-“ gekennzeichnet) |
|--|--|---|
| <b>Persistenz/biologische Abbaubarkeit</b><br>Persistent, wenn „nicht leicht biologisch abbaubar“ / „nicht inhärent abbaubar“ oder gemäß Annex XIII der REACH-Verordnung <sup>22</sup> und zugehörigem Leitfaden <sup>23</sup>   | 19% Abbau (14 d), nicht leicht biologisch abbaubar (OECD 302 C) <sup>45</sup><br><br>14% Abbau (14 d), nicht leicht biologisch abbaubar (OECD 302 C) <sup>45</sup><br><br>0% Abbau (28 d), nicht leicht biologisch abbaubar (OECD 301B) <sup>45</sup><br><br>Kaum Abbau über 122 Tage bei 20 ± 2 °C (äquivalent zu 259 Tage bei 12°C, Boden-Simulationsstudie, OECD 307) <sup>44</sup>   | +   |
| <b>Mobilität/Adsorptionsfähigkeit</b><br>Mobil (M): log K <sub>oc</sub> < 3<br>Sehr mobil (vM): log K <sub>oc</sub> < 2 <sup>25</sup>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• log K<sub>oc</sub> = 2,96 (QSAR für Phosphate (Sabljic et al., 1995) und log K<sub>ow</sub> von 3,65)<sup>26</sup></li> <li>• log K<sub>oc</sub> = 4,09 (HPLC Methode)<sup>26</sup></li> <li>• log K<sub>oc</sub> = 3,96 Schätzung der molekularen Konnektivität der U.S. EPA)<sup>26</sup></li> <li>• log K<sub>oc</sub> = 3,31, 3,46, 4,35 (experimentell, zwei unveränderte Böden und ein mit Klärschlamm veränderter Boden)<sup>27</sup></li> </ul> | -   |
| <b>Humantoxizität (harmonisierte Einstufung nach CLP)</b><br>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 <sup>28</sup> | harmonisierte Einstufung vorliegend und Vorschlag zu zusätzlich Repr. 1B   | (siehe Tabelle 11)  |
| <b>Ökotoxizität (akut/chronisch; Standardtests)</b><br>Ökotoxisch, wenn LC <sub>50</sub> /EC <sub>50</sub> < 0,1 mg/L oder NOEC < 0,01 mg/L gemäß Annex XIII der REACH-  | <u>Akute Toxizität, Fisch (OECD 203):</u><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• LC<sub>50</sub> = 1,2 mg/L (96h <i>Oncorhynchus mykiss</i>)<sup>45</sup></li> </ul> <u>Akute Toxizität, aquatische Invertebraten (OECD 202):</u>   | +   |

| Bezugswert/<br>Triggerwert  | Daten für jeweiligen Stoff  | Bewertung der Besorgnis<br>(Besorgnis durch „+“ bzw. keine<br>durch „-“ gekennzeichnet) |
|---|---|---|
| Verordnung <sup>22</sup> und zugehörigem<br>Leitfaden <sup>23</sup><br><br>(nicht ökotoxisch, wenn EC <sub>50</sub> ><br>Wasserlöslichkeit) | <ul style="list-style-type: none"> <li>EC<sub>50</sub> = 3,8 mg/L (48h <i>Daphnia magna</i>)<sup>45</sup></li> </ul> <p><u>Akute Toxizität, Alge (OECD 201):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EC<sub>50</sub> = 4,5 mg/L (72h, <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)<sup>45</sup></li> </ul> <p><u>Chronische Toxizität:</u><sup>30</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>NOEC = 2 µg/L (6m, Fische, Gewicht)</li> <li>NOEC = 0,5 mg/L (21d, aquat. Invertebraten, Reproduktion)</li> <li>ErC<sub>10</sub> = 2,3 mg/L; NOEC ≥ 1,2 mg/l (72h, Algen)</li> </ul> |   |

**Tabelle 11: Gleichwertige zusätzliche Besorgnisgründe von TDCP**

|                                    | Bewertungsgrundlage  | Bewertung   |
|------------------------------------|--|---|
| <b>Bioakkumulation/ Lipophilie</b> | BCF = 0,3 – 89<br>(basierend auf 2 Tests mit <i>C. carpio</i> und <i>O. latipes</i> ) <sup>26</sup>  | Geringes Potenzial für Bioakkumulation  |
| <b>Aquatische Toxizität</b>        | Effekte auf Zebrafische ( <i>D. rerio</i> ) nach chronischer Exposition von 0, 4, 20 und 100 µg/L <sup>46</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>reproduktionstoxische Effekte ab 4 µg/L</li> <li>reduzierte Fekundität</li> <li>Weibchen: beschleunigte Oozytenreifung; signifikante Erhöhung von Estradiol und Testosteron</li> <li>Männchen: verzögerte Spermiogenese, verringerte Spermienanzahl</li> <li>Reduzierte Eiqualität</li> <li>Östrogene Wirkung: erhöhte Expression von hepatischem Vitellogenin (vtg1 und vtg3)</li> <li>HPG-Achse Gene signifikant verändert</li> </ul> | Es treten endokrine und reproduktionstoxische Effekte auf (allerdings nicht bei den o.g. Konzentrationen in Oberflächengewässern)               |
| <b>Endokrine Effekte (Umwelt)</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Östrogene Aktivität, endokrine Disruption und reproduktionstoxische Effekte in <i>D. rerio</i> (s.o.)<sup>46</sup></li> <li>Antagonistische Aktivität an Androgenrezeptor (AR) und Glukokortikoid-Rezeptor (GR)<sup>47</sup></li> </ul>   | TDCP wirkt im Zebrafisch endokrin disruptiv, auf Basis dieser Effekte wird von DE gerade ein Einstufungsvorschlag als ED ENV Cat. I erarbeitet. |

|                                   | Bewertungsgrundlage  | Bewertung  |
|-----------------------------------|--|--|
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agonistische Aktivität am PXR (Pregnan-X-Rezeptor) <sup>47</sup></li> </ul>   | TDCP zeigt in <i>in-vitro</i> Tests eine ED Aktivität über Interaktion mit humanen GR, AR und PXR. |
| <b>Endokrine Effekte (Mensch)</b> | <p>Endokrine Aktivität und adverse Effekte <i>in-vitro</i> und <i>in-vivo</i> für TCPP (<i>read-across</i> zu TDCP): ein verringertes Gewicht mehrerer endokrin relevanter Organe, ein gestörter Östrus-Zyklus und eine verzögerte sexuelle Entwicklung <sup>43</sup></p> <p>CLH Dossier eingereicht mit Vorschlag zur Einstufung u.a. ED HH 1 (EUH380)<sup>43</sup></p> | Kann beim Menschen endokrine Störungen verursachen   |
| <b>Humantoxizität</b>             | CLH Dossier eingereicht mit Vorschlag zur Einstufung u.a. Repr. 1B (H360FD) <sup>43</sup>  | Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen, kann das Kind im Mutterleib schädigen                      |
| <b>Verhalten in Kläranlagen</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Konv. Kläranlage: Reduzierung -0,4 bis 42,1 % zu verschiedenen Jahreszeiten<sup>34</sup></li> <li>Keine Elimination in konv. Kläranlage<sup>35</sup></li> </ul>   |  |

**Tabelle 12: Weitere Informationen und Bezugswerte von TDCP**

|  | Bezugswerte, Einstufungen   | Bewertung und ggf. Vergleich mit Monitoringdaten                        |
|--|---|---|
| PNEC   | 10 µg/L ( <i>D. magna</i> , NOEC = 0,5 mg/L, AF=50) <sup>37,48</sup>  | Die PNEC wird in den o.g. Oberflächengewässerdaten nicht überschritten. |
| WGK-Einstufung                                     | Wassergefährdungsklasse - 2 - deutlich wassergefährdend <sup>39</sup> |   |
| CLP-Einstufung<br>(Nur Harmonisierte Einstufungen) | Carc. 2 <sup>49</sup>   |   |

## 4 Zusammenfassung Relevanzeigenschaften

**Tabelle 13: Zusammenfassung der Stoffeigenschaften von TCEP, TCPP, TDCP**

|   | TCEP   | TCPP  | TDCP                                 |
|---|--|---|--------------------------------------|
| <b>Stoffeigenschaften gemäß Relevanzkriterien</b> |  |   |                                      |
| P   | + (Screening-Test)                                     | + (Screening-Test)  | + (Simulationsstudie)                |
| M   | +  | +   | -                                    |
| T (Humantoxizität)                                | +  | keine harm. Einstufung  | keine harm. Einstufung               |
| T (Ökotoxizität)                                  | +  | Chronische Studien fehlen, vergleichbare akute Ökotoxizität zu TCEP und TDCP, durch read-across chronische Ökotoxizität auch erwartet | +                                    |
| <b>Gleichwertige zusätzliche Besorgnisgründe</b>  |  |   |                                      |
| Endokrine Aktivität (Umwelt)                      | TCEP zeigt im Zebrafisch Interaktion mit der APT-Achse |   | CLH-Dossier beabsichtigt zu ED ENV 1 |
| Endokrine Aktivität (Menschliche Gesundheit)      |  | CLH-Dossier eingereicht zu ED HH 1  | CLH-Dossier eingereicht zu ED HH 1   |
| Humantoxizität                                    |  | CLH-Dossier eingereicht zu Repr. 1B   | CLH-Dossier eingereicht zu Repr. 1B  |

## 5 Entscheidung

### Entscheidung des Gremiums zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen

Basierend auf dem vorliegenden Kurzdossier wurde am 13.04.2026 folgende Entscheidung zur Relevanz der Stoffe gefällt:

Die chlorierten Organophosphat-Flammschutzmittel TCEP, TCPP und TDCP sind relevante Spurenstoffe.

Auch wenn für TCPP derzeit keine Daten zur chronischen Ökotoxizität vorliegen, sind im Rahmen dieser Bewertung ausreichend Stoffdaten in qualitativ adäquater Form verfügbar.

TCEP, TCPP und TDCP werden in Oberflächengewässern, Roh- und Trinkwasser sowie Regenwasser nachgewiesen. TCEP, TCPP und TDCP erfüllen das Kriterium der Persistenz. TCEP und TCPP erfüllen darüber hinaus das Kriterium der Mobilität.

TCEP und TDCP erfüllen das Kriterium der Ökotoxizität. Die Konzentrationen in Oberflächengewässern liegen in der Größenordnung der Effektschwellen.

TCEP, TCPP und TDCP erfüllen aufgrund reproduktionstoxischer Eigenschaften, TCPP und TDCP zusätzlich durch kanzerogene Eigenschaften das Kriterium der Humantoxizität.

Befunde aus *in-vitro* und *in-vivo* Studien weisen auf endokrine Aktivität und dadurch vermittelte adverse Effekte im Menschen und in Umweltorganismen hin.

Aufgrund der genannten Eigenschaften können die betrachteten chlorierten Organophosphat-Flammschutzmittel eine Gefahr für aquatische Ökosysteme darstellen. Aus Vorsorgegründen wird das Vorkommen im Trinkwasser als relevant bewertet.

## Quellen

- (1) *Substance Information - Tris(2-chloroethyl) phosphate - ECHA*. <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.003.744> (accessed 2025-04-22).
- (2) *Substance Information - Tris(2-chloro-1-methylethyl) phosphate - ECHA*. <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.033.766> (accessed 2025-04-22).
- (3) *Substance Information - Tris[2-chloro-1-(chloromethyl)ethyl] phosphate - ECHA*. <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.033.767> (accessed 2025-04-22).
- (4) *ECHA CHEM*. <https://chem.echa.europa.eu/100.259.370/activities/restrictionProcess/50e561306d0968ac145c7970443644cf?searchText=13674-87-8> (accessed 2025-12-09).
- (5) Evaluating Member State: Denmark. *SUBSTANCE EVALUATION CONCLUSION as Required by REACH Article 48 and EVALUATION REPORT for Substance Name Reaction Products of Phosphoryl Trichloride and 2-Methyloxirane CAS No 1244733-77-4 List No 807-935-0*; 2023. <https://echa.europa.eu/documents/10162/9f7c76ef-d3fb-ebc1-dce6-c88a6bae9d14>.
- (6) Umweltbundesamt nach Angaben der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Stand: März 2025.
- (7) Flussgebietsgemeinschaft Rhein (FGG), Bundesanstalt für Gewässerkunde (bfg). *Wasser-Messprogramm: Organische Mikroverunreinigungen, TCEP*. <https://fgg-rhein.bafg.de/dkrr/tableauxDKRR.asp?S=0&JA=2023> (accessed 2025-04-03).
- (8) Flussgebietsgemeinschaft Rhein (FGG), Bundesanstalt für Gewässerkunde (bfg). *Wasser-Messprogramm: Organische Mikroverunreinigungen, TCPP*. <https://fgg-rhein.bafg.de/dkrr/tableauxDKRR.asp?S=0&JA=2023> (accessed 2025-04-03).
- (9) Flussgebietsgemeinschaft Rhein (FGG), Bundesanstalt für Gewässerkunde (bfg). *Wasser-Messprogramm: Organische Mikroverunreinigungen, TDEP*. <https://fgg-rhein.bafg.de/dkrr/tableauxDKRR.asp?S=0&JA=2023> (accessed 2025-04-03).
- (10) 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 Pymnesins 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>.
- (11) Muschket, M.; Neuwald, I. J.; Zahn, D.; Seelig, A. H.; Kuckelkorn, J.; Knepper, T. P.; Reemtsma, T. Fate of Persistent and Mobile Chemicals in the Water Cycle: From Municipal Wastewater Discharges to River Bank Filtrate. *Water Research* **2024**, 266, 122436. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122436>.
- (12) Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR). *293. Bewertung Und Entwicklung Der Rheinwasserqualität 2019–2020*. <https://www.iksr.org/de/oeffentliches/dokumente/archiv/fachberichte/fachberichte-einzeldarstellung/293-bewertung-und-entwicklung-der-rheinwasserqualitaet-2019-2020>.
- (13) Neuwald, I.; Muschket, M.; Zahn, D.; Berger, U.; Seiwert, B.; Meier, T.; Kuckelkorn, J.; Strobel, C.; Knepper, T. P.; Reemtsma, T. Filling the Knowledge Gap: A Suspect Screening Study for 1310 Potentially Persistent and Mobile Chemicals with SFC- and HILIC-HRMS in Two German River Systems. *Water Research* **2021**, 204, 117645. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.117645>.
- (14) Finckh, S.; Carmona, E.; Borchardt, D.; Büttner, O.; Krauss, M.; Schulze, T.; Yang, S.; Brack, W. Mapping Chemical Footprints of Organic Micropollutants in European Streams. *Environment International* **2024**, 183, 108371. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108371>.
- (15) Seelig, A. H.; Zahn, D.; Reemtsma, T. Sources of Persistent and Mobile Chemicals in Municipal Wastewater: A Sewer Perspective in Leipzig, Germany. *Environ Sci Pollut Res* **2024**. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33259-0>.
- (16) Coors, A.; Vollmar, P.; Sacher, F.; Thoma, A. *Joint Effects of Pharmaceuticals and Chemicals Regulated under REACH in Wastewater Treatment Plant Effluents*; TEXTE 61/2017; Umweltbundesamt, 2017. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-14\\_texte\\_61-2017\\_klaeranlagenablauf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-14_texte_61-2017_klaeranlagenablauf.pdf).

- (17) Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. *Abschlussbericht Zum Projekt - Einträge Und Quellen von Tris(2-Chlorpropyl)-Phosphat Und Tris(2-Chlorethyl)-Phosphat in Oberflächen- Und Abwässern*; 2004.  
[https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/forschung/wasser/stoff/2002\\_Abschlussbericht\\_Trис.pdf](https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/forschung/wasser/stoff/2002_Abschlussbericht_Trис.pdf).
- (18) Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR). *MIKRO-Stoffdatenblatt Industriechemikalien Flammenschutzmittel*; 2013.  
[https://www.iksr.org/fileadmin/user\\_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp\\_De\\_0202a\\_Anlage\\_A\\_01.pdf](https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0202a_Anlage_A_01.pdf).
- (19) Regnery, J.; Püttmann, W. Seasonal Fluctuations of Organophosphate Concentrations in Precipitation and Storm Water Runoff. *Chemosphere* **2010**, *78* (8), 958–964.  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.12.027>.
- (20) Gremium zur Bewertung der Relevanz von Spurenstoffen. *Abfrage Zur Betroffenheit Der Trinkwasserversorger (Stand Februar 2025)*; 2025.
- (21) Fromme, H.; Lahrz, T.; Kraft, M.; Fembacher, L.; Mach, C.; Dietrich, S.; Burkardt, R.; Völkel, W.; Göen, T. Organophosphate Flame Retardants and Plasticizers in the Air and Dust in German Daycare Centers and Human Biomonitoring in Visiting Children (LUPE 3). *Environment International* **2014**, *71*, 158–163.  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.06.016>.
- (22) *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).
- (23) European Chemicals Agency. *Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment: Chapter R.11: PBT and vPvB Assessment.*; Version 4.0; Publications Office, 2023.
- (24) *European Union Risk Assessment Report Tris(2-Chloroethyl) Phosphate (TCEP)*.  
<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.pic.int/Portals/5/download.aspx%3Fd%3DUNEP-FAO-RC-FRA-SUPDOC-TCEP-EU-20201016-ASSES-RAR-2009.En.pdf&ved=2ahUKewic67T97PqNAXv3AIHHbYwM2QQFnoECBUQAQ&usq=AOvVaw1tHUFkQjndldPf1yfd8oq->
- (25) 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).
- (26) *European Union Risk Assessment Report Tris(2-Chloro-1-Methylethyl) Phosphate (TCPP)*; 2008; p 388.  
[https://echa.europa.eu/documents/10162/17228/trd\\_rar\\_ireland\\_tccp\\_en.pdf](https://echa.europa.eu/documents/10162/17228/trd_rar_ireland_tccp_en.pdf).
- (27) Cristale, J.; Álvarez-Martín, A.; Rodríguez-Cruz, S.; Sánchez-Martín, M. J.; Lacorte, S. Sorption and Desorption of Organophosphate Esters with Different Hydrophobicity by Soils. *Environ Sci Pollut Res* **2017**, *24* (36), 27870–27878. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0360-0>.
- (28) *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).
- (29) *Tris(2-chlorethyl)phosphat - ChemInfo*.  
<https://recherche.chemikalieninfo.de/intern/stoff/7983?dv=16&st=0&sid=375bdb31-2ca0-4b52-a7de-ef4aeb524420&sv=s2&o=GSBL.STAR&o=RNAME.RNAME&ps=25> (accessed 2024-11-28).
- (30) *Registration Dossier - ECHA*. <https://echa.europa.eu/de/registration-dossier/-/registered-dossier/14365/4/9> (accessed 2024-11-29).
- (31) US EPA, O. *Risk Evaluation for Tris(2-chloroethyl) Phosphate (TCEP)*. <https://www.epa.gov/assessing-and-managing-chemicals-under-tsca/risk-evaluation-tris2-chloroethyl-phosphate-tcep> (accessed 2025-12-09).
- (32) Hu, F.; Li, W.; Wang, H.; Peng, H.; He, J.; Ding, J.; Zhang, W. Environmentally Relevant Concentrations of Tris (2-Chloroethyl) Phosphate (TCEP) Induce Hepatotoxicity in Zebrafish (Danio Rerio): A Whole Life-Cycle Assessment. *Fish Physiol Biochem* **2023**, *49* (6), 1421–1433. <https://doi.org/10.1007/s10695-023-01265-7>.
- (33) Hu, F.; Zhao, Y.; Yuan, Y.; Yin, L.; Dong, F.; Zhang, W.; Chen, X. Effects of Environmentally Relevant Concentrations of Tris (2-Chloroethyl) Phosphate (TCEP) on Early Life Stages of Zebrafish (Danio Rerio). *Kurz dossier Stoffgruppe Chlorierte Organophosphat-Flammenschutzmittel*

- Environmental Toxicology and Pharmacology* **2021**, *83*, 103600.  
<https://doi.org/10.1016/j.etap.2021.103600>.
- (34) Li, S.; Zhu, F.; Zhang, D.; Li, C.; Xu, Y.; Qing, D.; Wang, J. Seasonal Concentration Variation and Potential Influencing Factors of Organophosphorus Flame Retardants in a Wastewater Treatment Plant. *Environmental Research* **2021**, *199*, 111318. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111318>.
- (35) Meyer, J.; Bester, K. Organophosphate Flame Retardants and Plasticisers in Wastewater Treatment Plants. *Journal of Environmental Monitoring* **2004**, *6* (7), 599–605. <https://doi.org/10.1039/B403206C>.
- (36) Feng, G.; Jia, R.; Sun, S.; Wang, M.; Zhao, Q.; Liu, L. Occurrence and Treatment Effect Assessment of Organophosphorus Flame Retardants in Source and Drinking Water, Jinan, China. *Environmental Science and Pollution Research* **2023**, *30* (18), 52830–52840. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25916-7>.
- (37) ETOX: Informationssystem Ökotoxikologie und Umweltqualitätsziele. <https://webetox.uba.de/webETOX/index.do> (accessed 2022-03-01).
- (38) Jahnel, J.; Neamtu, M.; Abbt-Braun, G.; Haak, D.; Goradalla, B. *Entwicklung von Umweltqualitätsnormen Zum Schutz Aquatischer Biota in Oberflächengewässern Für Flussgebietspezifische Stoffe*; Länderfinanzierungsprogramm Wasser und Boden 2003 (LAWA-Projekt-Nr. O 10.03); DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut. Prof. Dr. habil F.H. Frimmel, 2003. <https://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/literatur.do?id=2207> (accessed 2022-03-22).
- (39) *Suchergebnis (Detail) - Rigoletto*. <https://webigoletto.uba.de/Rigoletto/Home/SearchDetail/2408> (accessed 2024-11-29).
- (40) *Harmonised classification - Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation) - TCEP*. <https://chem.echa.europa.eu/100.003.744/harmonised/1953536?searchText=tcep>.
- (41) *Tris(2-chlor-1-methylethyl)phosphat - ChemInfo*. <https://recherche.chemikalieninfo.de/intern/stoff/11739?dv=16&st=0&sid=4c0225b1-cedf-422a-939c-fd629f7f738f&sv=s2&o=GSBL.STAR&o=RNAME.RNAME&ps=25> (accessed 2024-11-28).
- (42) *Registry of CLH intentions until outcome - Reaction products of phosphoryl trichloride and 2-methyloxirane*. ECHA. [https://echa.europa.eu/de/registry-of-clh-intentions-until-outcome/-/dislist/details/0b0236e18a4b8a42?\\_dislists\\_WAR\\_dislistsportlet\\_businessIdentifier=0b0236e18a4b8a42](https://echa.europa.eu/de/registry-of-clh-intentions-until-outcome/-/dislist/details/0b0236e18a4b8a42?_dislists_WAR_dislistsportlet_businessIdentifier=0b0236e18a4b8a42) (accessed 2026-04-15).
- (43) *Registry of CLH intentions until outcome - ECHA*. <https://echa.europa.eu/de/registry-of-clh-intentions-until-outcome/-/dislist/details/0b0236e18ab116ff> (accessed 2025-12-09).
- (44) European Chemical Agency. *Assessment of Regulatory Needs - Chlorinated Trialkyl Phosphates*; 2025. <https://www.echa.europa.eu/documents/10162/d515013c-c5a9-1de3-1bba-6bf950aade1f>.
- (45) *Tris[2-chloro-1-(chlormethyl)ethyl]phosphat - ChemInfo*. <https://recherche.chemikalieninfo.de/intern/stoff/20721?dv=16&st=0&sid=96ac6ca6-95e4-4a03-96b5-b63451f67c88&sv=s2&o=GSBL.STAR&o=RNAME.RNAME&ps=25> (accessed 2024-11-28).
- (46) Wang, Q.; Lam, J. C. W.; Han, J.; Wang, X.; Guo, Y.; Lam, P. K. S.; Zhou, B. Developmental Exposure to the Organophosphorus Flame Retardant Tris(1,3-Dichloro-2-Propyl) Phosphate: Estrogenic Activity, Endocrine Disruption and Reproductive Effects on Zebrafish. *Aquatic Toxicology* **2015**, *160*, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.01.014>.
- (47) Kojima, H.; Takeuchi, S.; Itoh, T.; Iida, M.; Kobayashi, S.; Yoshida, T. In Vitro Endocrine Disruption Potential of Organophosphate Flame Retardants via Human Nuclear Receptors. *Toxicology* **2013**, *314* (1), 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2013.09.004>.
- (48) *European Union Risk Assessment Report Tris(2-Chloro-1-Methylethyl) Phosphate (TDCP)*; 2008. <https://echa.europa.eu/documents/10162/7937fd4e-e1c0-40dc-a13b-db5703f47835>.
- (49) *Harmonised classification - Annex VI of Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP Regulation) - TDCP*. <https://chem.echa.europa.eu/100.033.767/harmonised/2015165?searchText=tdcp>.

---

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt

Spurenstoffzentrum des Bundes

[Spurenstoffzentrum@uba.de](mailto:Spurenstoffzentrum@uba.de)


Internet: [www.spurenstoffzentrum.de](http://www.spurenstoffzentrum.de)


### Autorenschaft, Institution

Umweltbundesamt

Internet:

[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

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

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)