

## ECHO-Stoffbericht

# Trifluoracetat (TFA) - Update

---

### Zusammenfassung

Im Unterlauf des Neckars wurde im Sommer 2016 Trifluoracetat in Konzentrationen im Uferfiltrat von 10–20 µg/L nachgewiesen. Bei der Quellensuche wurde ein sprunghafter Anstieg in Bad Wimpfen festgestellt, in welchem der Standort eines Werkes zur Herstellung von Trifluoressigsäure beheimatet ist. Die zugehörige Firma ist in der REACH-Datenbank mit einer Tonnage von 1.000–10.000 t/a registriert. Da der Neckar bei Mannheim in den Rhein mündet und Konzentrationen weit oberhalb des (damaligen) gesundheitlichen Orientierungswertes (GOW) von 1 µg/L gemessen wurden, sollte auch in Nordrhein-Westfalen die Belastungssituation abgeschätzt werden. Bereits im Dezember 2016 wurde der GOW auf 3 µg/L angehoben, welcher durch die Ableitung eines gesundheitlichen Leitwertes von 60 µg/L durch das Umweltbundesamt im Mai 2020 obsolet wurde.

Auch in NRW konnte eine ubiquitäre Verteilung in den Oberflächengewässern ebenso wie eine Belastung des Grundwassers festgestellt werden. Die Entstehung von TFA ist aus vielen Quellen wie Pflanzenschutzmitteln, Narkosemitteln, Kältemitteln und anderen Stoffen mit einer CF<sub>3</sub>-Gruppe vorstellbar und teilweise bereits nachgewiesen. Analytisch stellt TFA eine Herausforderung dar, da an vielen Stellen mit Blindwerten zu rechnen ist, welche die Konzentrationen in der Umwelt weit überschreiten können.

Obwohl bei den bisher in NRW gefundenen Konzentrationen nach bisheriger Kenntnis keine negativen Wirkungen auf die Gewässer oder auf den Menschen zu erwarten sind, sollten die Eintragsquellen in Gewässer näher untersucht werden, da die üblicherweise zur Verfügung stehenden Aufbereitungsverfahren keine ausreichende Reduzierung bewirken.

Es wurden daher Untersuchungen von Gewässern und des Grundwassers sowie von Abwassereinleitungen in NRW durchgeführt und werden nachfolgend dargestellt.

**Was ist ECHO?**

Aktuelle Ereignisse bringen immer wieder Stoffe oder Stoffgruppen in die Diskussion, zu denen bisher keine Belastungsinformationen für die aquatische Umwelt in Nordrhein-Westfalen und darüber hinaus verfügbar sind.

Um dennoch kurzfristig Relevanzaussagen u.a. zum Einfluss auf die Trinkwasserversorgung machen zu können, wurde das ECHO-Programm etabliert. ECHO verfolgt das Ziel, neue Stoffe mit möglicher Gewässerrelevanz quasi „auf Zuruf“ zu bewerten.

Im Rahmen des ECHO-Programms kann für derartige Einzelstoffe/Stoffgruppen in der Regel binnen vier Wochen eine Relevanzaussage getroffen werden. Das Programm beinhaltet jeweils eine rasche Methodenentwicklung und die Durchführung eines an die Fragestellung angepassten Messprogramms.

Die ECHO-Stoffberichte können unter [https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltanalytik/echo\\_schnelle\\_relevanzpruefung\\_fuer\\_neue\\_stoffe/](https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltanalytik/echo_schnelle_relevanzpruefung_fuer_neue_stoffe/) abgerufen werden.

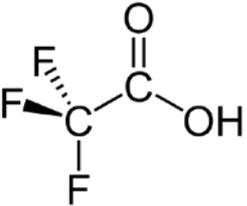
## Hintergrund

Zum Jahresende 2016 wurde das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz (MULNV) über die Arbeitsgemeinschaft der Rhein-Wasserwerke (ARW) über Befunde von Trifluoressigsäure im Rhein informiert. Demnach sind weite Strecken des Mittel- und Niederrheins mit TFA belastet. Am Niederrhein wurden dabei Gehalte von über 1 µg/L gemessen. An der Einleitstelle von TFA in den Neckar wurden bis zu 100 µg/L TFA und im Neckar selber TFA-Konzentrationen im zweistelligen µg/L-Bereich gemessen. Da der damalig gültige gesundheitliche Orientierungswert von 1 µg/L im Rhein überschritten wurde, sollte die Belastung in Nordrhein-Westfalen detaillierter untersucht werden, um die Datenlage zu verbessern<sup>1</sup> und um relevante Eintragspfade zu identifizieren.

## 1 Stoffinformationen

### 1.1 Physikalisch-chemische Stoffeigenschaften

Trifluoressigsäure ist das Anion von Trifluoressigsäure. Aufgrund der starken Neigung zur Deprotonierung liegt in der Umwelt nahezu ausschließlich Trifluoressigsäure vor. Die Abkürzung TFA wird sowohl für die Säure wie auch das Anion verwendet.

	<p>Trifluoressigsäure            Summenformel: C<sub>2</sub>HF<sub>3</sub>O<sub>2</sub>            CAS-Nr.: 76-05-1            Molmasse: 114,03 g/mol            log K<sub>ow</sub>: 0,5<sup>2</sup>            log P: -2,1<sup>3</sup>            Wasserlöslichkeit: vollständig mischbar</p>
---	--

<sup>1</sup> Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (09.03.2017) an den Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - Vorlage 16/4849. *Trifluoressigsäure (TFA) in Gewässern und Trinkwässern in NRW*

<sup>2</sup> Carl Roth GmbH. Sicherheitsdatenblatt zu Trifluoressigsäure (Stand: 20.10.2015). Online verfügbar unter [https://www.carlroth.com/downloads/sdb/de/P/SDB\\_P088\\_DE\\_DE.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/de/P/SDB_P088_DE_DE.pdf), zuletzt geprüft am: 07.06.2017

<sup>3</sup> Boutonnet, J. C., et al. (1999). *Environmental Risk Assessment of Trifluoroacetic Acid*. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 5(1), 59–124. doi: 10.1080/10807039991289644

## 1.2 Verwendung

Trifluoressigsäure hat eine weitreichende Bedeutung in der organischen Chemie wie auch in der Biochemie<sup>4</sup> als Reagenz bei der Peptidsynthese. Sie dient als nichtwässriges Lösungsmittel z. B. für Polyamide und bei der Herstellung von Cellulosefasern. Daneben wird Trifluoressigsäure zur Herstellung von Pharmaka sowie als Reagenz in der Pharmaka-, Lebensmittel- und Bioanalytik verwendet. In der Vergangenheit wurde Trifluoressigsäure als Herbizid eingesetzt. Nach neueren Erkenntnissen entsteht TFA auch als Abbauprodukt aus aktuell eingesetzten Herbiziden und modernen Kältemitteln, worauf weiter unten noch eingegangen wird.

## 1.3 Umweltverhalten

Trifluoressigsäure ist eine Substanz mit nahezu unbegrenzter Mischbarkeit mit Wasser. Aufgrund der kompakten Struktur und des ionischen Charakters ist TFA auf natürlichem Wege nur sehr schlecht abbaubar<sup>5</sup>. Innerhalb von 28 Tagen betrug der Abbau weniger als 8 %<sup>5</sup>. Aufgrund des log K<sub>OW</sub>-Wertes von -2,1 ist eine Biokonzentration nicht zu erwarten, da mit dem Verbleib des Stoffes in der Wasserphase zu rechnen ist. Aufgrund der hohen Stabilität und Mobilität in Oberflächenwässern besteht auch ein potentielles Risiko für das Grund- und Trinkwasser<sup>6</sup>.

## 1.4 Vorkommen

Untersuchungen zum Vorkommen von TFA in der Umwelt liegen seit den 1990er Jahren vor (Universität Bayreuth, Lehrstuhl Umweltanalytik und Umweltchemie, Prof. Frank<sup>7</sup>) und wurden um die Jahrtausendwende fortgeführt (z. B. Christoph 2002<sup>8</sup>). Von daher sind das ubiquitäre Vorkommen in Niederschlagswasser, Gewässern und Biota sowie Eintragspfade grundsätzlich bekannt. Neu sind jedoch Befunde, die deutlich über diesen Konzentrationen liegen: Wäh-

---

<sup>4</sup> Eintrag zu Trifluoressigsäure. RÖMPP Online. Online verfügbar unter <https://roempp.thieme.de/>, zuletzt geprüft am: 07.06.2017

<sup>5</sup> European Chemicals Agency. *Information from Registration Dossiers*. "Trifluoroacetic acid" Online verfügbar unter <http://echa.europa.eu/>, zuletzt geprüft am: 29.08.2019

<sup>6</sup> Brauch, H.-J., Nödler, K. und M. Scheurer (2017). *Vorkommen und Bedeutung von Trifluoracetat (TFA) für die Wasserversorgung*. Nachrichten aus dem Technologiezentrum Wasser. Ausgabe 42, 2

<sup>7</sup> Prof. Hartmut Frank, Uni Bayreuth: [http://www.neu.uni-bayreuth.de/de/Uni\\_Bayreuth/Fakultaeten/2\\_Biologie\\_Chemie\\_und\\_Geowissenschaften/geowissenschaften/umweltchemie/de/team/Frank\\_Hartmut/index.php](http://www.neu.uni-bayreuth.de/de/Uni_Bayreuth/Fakultaeten/2_Biologie_Chemie_und_Geowissenschaften/geowissenschaften/umweltchemie/de/team/Frank_Hartmut/index.php), zuletzt geprüft am: 08.03.2017, Literaturliste: [http://www.neu.uni-bayreuth.de/de/Uni\\_Bayreuth/Fakultaeten/2\\_Biologie\\_Chemie\\_und\\_Geowissenschaften/geowissenschaften/umweltchemie/pdfs/publications.pdf](http://www.neu.uni-bayreuth.de/de/Uni_Bayreuth/Fakultaeten/2_Biologie_Chemie_und_Geowissenschaften/geowissenschaften/umweltchemie/pdfs/publications.pdf), zuletzt geprüft am: 08.03.2017

<sup>8</sup> Eugen H. Christoph (2002): „Bilanzierung und Bilanzierung und Biomonitoring von Trifluoracetat und anderen Halogenacetaten“ Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät Biologie, Chemie und Geowissenschaften der Universität Bayreuth. Online verfügbar unter <https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de/binary/YH7D2JXIRBOHYWOZQWALRCP6ENULAXNY/full/1.pdf>, zuletzt geprüft am: 08.03.2017

rend im Rahmen eines Forschungsprojektes im Jahr 2016 im Neckar in der Nähe des Verursachers Gehalte bis zu 100 µg/L festgestellt wurden, waren zeitgleich im Rhein zwischen Wiesbaden und Köln Konzentrationen von 4,5 µg/L bis 1 µg/L messbar. Im Einzugsgebiet der Stever wurden seit Oktober 2016 bis März 2017 Gehalte von 1,1 µg/L bis 5,5 µg/L ermittelt. In Oberflächengewässern im Bereich der Bezirksregierung Münster fanden sich zwischen 2,2 µg/L und 6,8 µg/L an TFA<sup>1</sup>. Auffällig bei den Befunden gegenüber den aus der Literatur seit längerem bekannten Ergebnissen war auch, dass sie räumlich und zum Teil auch zeitlich stark streuen können.

## 2 Toxizität

### 2.1 Wirkmechanismus

TFA ist eine starke Säure ( $pK_a = 0,23$ )<sup>9</sup>. Laut Solomon et al. (2016) ist für TFA und seine Salze kein spezifischer Rezeptor bekannt. Berends et al. (1999) dagegen berichten, dass bei Algen Hinweise auf einen Eingriff von TFA oder einem TFA-Metaboliten in den Zitronensäurezyklus beobachtet wurden<sup>10</sup>. Sie machen aber keine Angaben zu einem mutmaßlichen Wirkmechanismus.

Zum genauen Wirkmechanismus beim Menschen liegen nach derzeitigem Kenntnisstand keine Informationen vor. Aus Tierversuchen ergaben sich bisher keine Hinweise, dass TFA eine vergleichbar spezifische toxische Wirkung aufweist, wie die Monofluoressigsäure, die über die Umsetzung im Citratzyklus wirksam wird<sup>11</sup>.

Das Narkosemittel Halothan, bei dem TFA als Hauptmetabolit auftritt<sup>12</sup>, ist eine fakultativ lebertoxische Verbindung. Die Hepatotoxizität in Form einer allergischen Hepatitis mit Leberzellnekrose beruht wahrscheinlich auf der Bildung von Neoantigenen durch kovalente Bindung der Trifluoressigsäure an Proteine (CYP450 2E1), die der Leberschädigung den Charakter

---

<sup>9</sup> Solomon, K. R., et al. (2016). *Sources, fates, toxicity, and risks of trifluoroacetic acid and its salts: Relevance to substances regulated under the Montreal and Kyoto Protocols*. Journal of toxicology and environmental health. Part B, Critical reviews. 19(7), 289–304. doi: 10.1080/10937404.2016.1175981

<sup>10</sup> Berends, A. G., et al. (1999). *Toxicity of trifluoroacetate to aquatic organisms*. Environmental Toxicology and Chemistry. 18(5), 1053–1059. doi: 10.1002/etc.5620180533.

<sup>11</sup> IFA (2008). *Gestis-Stoffdatenbank. Eintrag Trifluoressigsäure*. Stand 06.05.2008.

<sup>12</sup> DFG (2020). *Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten. 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan (Halothan)* 1978. Wiley-VCH.

einer Autoimmunkrankheit geben. Dabei entwickelt die Trifluoracetylgruppe die Antigeneigenschaft<sup>13,14</sup>. Die Pathogenese der Leberschädigungen ist noch nicht eindeutig geklärt<sup>15</sup>.

## 2.2 Humantoxikologische Schwellenwerte

Das Umweltbundesamt (UBA) führt für Trifluoressigsäure als nicht relevanten Metaboliten (gemäß Pflanzenschutzgesetz) des Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffs Flurtamone einen Trinkwasserleitwert (TWL, Stand Mai 2020) in Höhe von 60 µg/L auf. Aus pflanzenschutzrechtlicher Sicht werden die Metabolite eines Wirkstoffs aus Pflanzenschutzmitteln (PSM) in relevante und nicht relevante Metabolite differenziert. Für die deutschen Zulassungsbehörden weisen nicht relevante Metaboliten weder eine definierte pestizidale (Rest-) Aktivität noch ein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxisches Wirkungspotential auf. Da bei den nicht relevanten Metaboliten jedoch oft eine unvollständige Datenbasis vorliegt, folgt die Bewertung daher dem Vorsorgekonzept der GOW<sup>16</sup>, das 2008 für diese Stoffgruppe der nicht relevanten Metaboliten weiterentwickelt worden ist. Der bisherige GOW von 3,0 µg/L wurde im Jahr 2020 vom UBA aufgehoben. Nach der Neubewertung des UBA lässt eine neue Studie zur chronischen Toxizität die Ableitung eines TWL für das nicht genotoxische und neurotoxische TFA von 60 µg/L zu<sup>17,18,19</sup>. Nach heutigem Wissen sind bei Einhaltung des Leitwertes für Trifluoressigsäure von 60 µg/L im Trinkwasser keine gesundheitlichen Wirkungen auf den Menschen zu erwarten. Aufgrund des Minimierungsgebotes sollte jedoch eine Konzentration von 10 µg TFA /L oder weniger angestrebt werden.<sup>19</sup>.

## 2.3 Ökotoxikologische Schwellenwerte

Für TFA sind verschiedene ökotoxikologische Daten vorhanden, wobei Primärproduzenten (Algen und höhere Wasserpflanzen) besonders gut untersucht sind.

---

<sup>13</sup> Marquadt H. (Hrsg.) (2013). *Toxikologie*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 3. Aufl.

<sup>14</sup> Safari, S. et al. (2014). *Heptaotoxicity of Halogenated Inhalational Anesthetics*. Iran Red Crescent Med J. 16(9) e20153.

<sup>15</sup> Njoku D.B. (2014). *Drug-Induced Hepatotoxicity: Metabolic, Genetic and Immunological Basis*. International Journal of Molecular Sciences 15 6990-7003.

<sup>16</sup> Umweltbundesamt (2003). *Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht*. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 46 249-251.

<sup>17</sup> Umweltbundesamt (2020). *Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM). Fortschreibungsstand: Mai 2020*.

<sup>18</sup> Umweltbundesamt (2008). *Trinkwasserhygienische Bewertung stoffrechtlich nicht relevanter Metabolite von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser*. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 51 797-801.

<sup>19</sup> Umweltbundesamt (2020). *Ableitung eines gesundheitlichen Leitwertes für Trifluoressigsäure (TFA)*. 13.05.2020

Daten zur Akuttoxizität gibt es unter anderem für *Raphidocelis subcapitata* (früher auch *Selenastrum capricornutum* und *Pseudokirchneriella subcapitata* genannt,  $EC_{50}$ , 72 h = 160 – 237 mg/L, Grünalge)<sup>5, 20</sup>. Alle verfügbaren und als valide eingestuften Datensätze sind in Tabelle 1 aufgelistet. Weiterhin gibt es Daten zu den höheren Wasserpflanzen *Lemna gibba* ( $EC_{50}$ , 7 d = 618 - 915 mg/L)<sup>21, 5</sup>, *Myriophyllum sibiricum* ( $EC_{50}$ , 14 d = 340 mg/L) sowie *Myriophyllum spicatum* ( $EC_{50}$ , 14 d = 222 mg/L)<sup>21</sup>. Für Rädertierchen (*Brachionus calyciflorus*) wurde über 24 Stunden eine  $LC_{50}$  von 70 mg/L festgestellt<sup>22</sup>. Für *Daphnia magna* (Wasserfloh) ist aus einem Test über 48 Stunden ein  $EC_{50}$  von 9.000 mg/L bekannt<sup>5</sup>. Für Fische liegt ein Versuchsergebnis für *Danio rerio* mit einer  $LC_{50}$  von >996 mg/L nach 96 Stunden vor<sup>10</sup>.

Chronische Wirkungen wurden bisher für Primärproduzenten und Daphnien untersucht. Für die Grünalge *R. subcapitata* wurden, bezogen auf die Wachstumsrate,  $EC_{10}$ -Werte von 0,12 mg/L, 1,68 mg/L und 5,6 mg/L (72 h)<sup>20, 5</sup> bestimmt. Für verschiedene andere Algen liegen chronische Daten (no observed effect concentrations, NOECs = Konzentrationen, bei denen in den Versuchen kein Effekt mehr nachgewiesen wurde) im Bereich von 97 mg/L (72 h, *Phaeodactylum tricornutum*, Diatomee) und 99,9 mg/L (72 h, *Chlamydomonas reinhardtii*, Grünalge) bis 999 mg/L (72 h, *Chlorella vulgaris*, Grünalge)<sup>10</sup> vor, und damit deutlich höhere Werte als für *R. subcapitata*. Weitere chronische Daten sind für die Wasserpflanzen *Lemna gibba* (NOEC, 7 d = 100 mg/L), *Myriophyllum sibiricum* (NOEC, 14 d = 100 mg/L) sowie *Myriophyllum spicatum* (NOEC, 14 d = 30 mg/L) veröffentlicht<sup>21</sup>. Für die Organismengruppe des Makrozoobenthos liegt das Ergebnis aus einem Reproduktionstest mit Daphnien mit einer NOEC  $\geq$  25 mg/L nach 21 Tagen vor<sup>5</sup>. Chronische Versuchsergebnisse zu Fischen liegen nicht vor.

Der vorhandene ökotoxikologische Datensatz zeigt deutlich, dass die Grünalge *R. subcapitata* von allen getesteten Organismen am sensitivsten gegenüber TFA reagiert. Die Ursache für die spezifische Sensitivität von *R. subcapitata* im Vergleich zu anderen Grünalgen ist nicht bekannt.

---

<sup>20</sup> Groeneveld AHC, de Kok HAM and G van den Berg (1992). The toxicity of sodium trifluoroacetate to the alga *Selenastrum capricornutum*. Testing laboratory: SOLVAY DUPHAR B. V. Environmental Research Department. Noordereinde 56. 1243 JJ 's-Graveland. The Netherlands. Report no.: 56635/52/92. Owner company: SOLVAY. Study number: C. SOL.51.038. Report date: 1992-10-15. (Die Studie wird im UBA EQS Datenblatt zu TFA (2020) zitiert und vom UBA als valide gewertet).

<sup>21</sup> Hanson, M. L.; Solomon, K. R. (2004). *Haloacetic acids in the aquatic environment. Part I: macrophyte toxicity*. Environmental Pollution. 130(3), 371–383. doi: 10.1016/j.envpol.2003.12.016

<sup>22</sup> Wang, Y.; Niu, J.; Zhang, L.; Shi, J. (2014) *Toxicity assessment of perfluorinated carboxylic acids (PFCAs) towards the rotifer Brachionus calyciflorus*: The Science of the Total Environment 491-492, S. 266–270.

Die für TFA recherchierbaren ökotoxikologischen Daten für verschiedene Wasserorganismen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Hierbei wurden die Daten ausgewählt, welche als TGD 27 (2018)<sup>23</sup> konform bewertet wurden.

**Tabelle 1:** Ökotoxikologische Daten für Trifluoracetat

Wirkung	Organismus	Toxizität	
Akut	Grünalgen <i>Raphidocelis subcapitata</i>	ErC <sub>50</sub> = 160 - 237 mg/L (72 h) <sup>20, 5</sup>	
	Wasserpflanzen <i>Myriophyllum spicatum</i>	EC <sub>50</sub> = 222 mg/L (14 d) <sup>21</sup>	
	Wasserpflanzen <i>Myriophyllum sibiricum</i>	EC <sub>50</sub> = 340 mg/L (14 d) <sup>21</sup>	
	Wasserpflanzen <i>Lemna gibba</i>	EC <sub>50</sub> = 618 - 915 mg/L (7 d) <sup>21, 5</sup>	
	Wasserflöhe <i>Daphnia magna</i>	EC <sub>50</sub> = 9.000 mg/L (48 h) <sup>5</sup>	
	Fische <i>Danio rerio</i>	LC <sub>50</sub> > 996 mg/L (96 h) <sup>10</sup>	
	Rädertierchen <i>Brachionus calyciflorus</i>	LC <sub>50</sub> = 70 mg/L (24 h)*, 22	
	Chronisch	Grünalgen <i>Raphidocelis subcapitata</i>	ErC <sub>10</sub> = 1,68 mg/L (72 h) <sup>#, 5</sup>
		Grünalgen <i>Raphidocelis subcapitata</i>	NOErC = 2,5 mg/L (72 h) <sup>5</sup> ErC <sub>10</sub> = 5,59 mg/L
		Grünalgen <i>Raphidocelis subcapitata</i>	EC <sub>10</sub> = 0,12 mg/L (72 h) <sup>20</sup>
Grünalgen <i>Chlamydomonas reinhardtii</i>		NOEbC ≥ 99,9 mg/L (72 h) <sup>10</sup>	
Grünalgen <i>Chlorella vulgaris</i>		NOEbC ≥ 999 mg/L (72 h) <sup>10</sup>	
Diatomeen <i>Phaeodactylum tricorutum</i>		NOEbC ≥ 97 mg/L (72 h) <sup>10</sup>	
Wasserpflanzen <i>Myriophyllum spicatum</i>		NOEC = 30 mg/L (14 d) <sup>21</sup>	
Wasserpflanzen <i>Myriophyllum sibiricum</i>		NOEC = 100 mg/L (14 d) <sup>21</sup>	
Wasserpflanzen <i>Lemna gibba</i>		NOEC = 100 - 250 mg/L (7 d) <sup>21, 5</sup>	
Wasserflöhe <i>Daphnia magna</i>		NOEC ≥ 25 mg/L (21 d) <sup>5</sup>	

\*: Versuchsdauer nicht TGD No. 27 (2018)<sup>23</sup> konform, als ergänzender Datenpunkt aufgeführt.

#: Die NOErC von 0,1 mg/L aus dem Versuch wurde vom UBA als nicht zuverlässig eingestuft. Die Daten wurden durch das UBA neu ausgewertet und eine ErC<sub>10</sub> berechnet<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> Europäische Kommission (2018). Technical guidance for deriving environmental quality standards. EU Publications Office. Luxembourg. (Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC)/Guidance document 27).

<sup>24</sup> Umweltbundesamt (2020). Entwurf UQN Datenblatt: TRIFLUORESSIGSÄURE. <https://webtox.uba.de/webETOX/public/basics/literatur/download.do?id=546>. Stand: 14.09.2020.

## 2.4 *Rechtliche Regelungen/Stoffbewertung/Orientierungswerte*

### 2.4.1 *Trinkwasser*

In der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) ist TFA nicht geregelt. Es liegt somit kein Trinkwassergrenzwert vor. Für nicht nach TrinkwV geregelte Stoffe wird daher auf entsprechend abgeleitete Werte (sogenannte Leitwerte oder gesundheitliche Orientierungswerte) zurückgegriffen.

Für TFA wurde durch das UBA im Dezember 2016 ein GOW von 3,0 µg/L abgeleitet, der im Mai 2020 durch einen gesundheitlichen Leitwert von 60 µg/L<sup>25</sup> ersetzt wurde. Aus trinkwasserhygienischer Sicht und auf Basis des Minimierungsgebots ist die Konzentration des Stoffes so niedrig zu halten, wie dies vernünftigerweise möglich ist. Dabei sollte eine Konzentration von 10 µg/L nicht überschritten werden.

### 2.4.2 *Oberflächengewässer*

Es liegen keine rechtlichen Grundlagen zur Bewertung von TFA in Oberflächengewässern vor. Für Wasserkörper, aus denen Wasser für den menschlichen Gebrauch entnommen wird („trinkwasserrelevante Gewässer bzw. Wasserkörper“), wird entsprechend Artikel 7 der Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL) der für das Schutzgut Trinkwasser abgeleitete gesundheitliche Leitwert von 60 µg/L (siehe Kap. 2.4.1) angewendet, wobei aus trinkwasserhygienischer Sicht eine Konzentration von 10 µg/L nicht überschritten werden sollte.

Für die NRW-weite Bewertung von TFA bezogen auf die aquatische Biozönose wird ein vom Umweltbundesamt veröffentlichter JD-UQN Vorschlag (Jahresdurchschnitts Umweltqualitätsnorm)<sup>24</sup> von 21 µg/L als Orientierungswert herangezogen.

## 3 **Analytik**

### 3.1 *Messprogramm*

Zur Gewinnung eines Überblicks für die Situation in Nordrhein-Westfalen wurden seitens des LANUV 45 Oberflächenwasserproben, 58 Proben von kommunalem und industriellen Abwasser sowie 32 Grundwasserproben untersucht. Die Ergebnisse je Messstelle sind im Anhang aufgeführt.

---

<sup>25</sup> Umweltbundesamt: Ableitung eines gesundheitlichen Leitwertes für Trifluoressigsäure (TFA). 13.05.2020

### 3.2 Methode

Zur analytischen Bestimmung von Trifluoracetat wurde im Rahmen von ECHO ein Verfahren mittels HPLC-MS/MS mit direkter Injektion entwickelt und validiert. Ein genormtes Verfahren ist bisher nicht verfügbar. Ein Auftrag zur Normierung liegt beim DIN vor.

Die Bestimmung von Trifluoracetat wird mit Tandemmassenspektrometrie (MS/MS) im negativen Elektrospraymodus (ESI-) nach hochleistungsflüssigkeitschromatographischer Trennung durchgeführt.

Die Chromatographie des Stoffes erfolgte bei 60°C an einer hydrophilen HILIC-Phase (1,9 µm, 50 mm×2,1 mm) durch isokratische Elution mit Wasser/Acetonitril (2+8) in Gegenwart von 15 mM Amoniumacetat. Dabei wurde das Verfahren so optimiert, dass die Wasserprobe ohne weitere Anreicherung untersucht werden kann. Bei einem Injektionsvolumen von 2 µL der Wasserprobe beträgt die untere Anwendungsgrenze 0,20 µg/L.

Die massenspektrometrische Detektion von TFA erfolgte im MRM-Modus mit zwei Massenübergängen, womit eine hohe Spezifität sichergestellt ist.

Die quantitative Bestimmung mittels internen Standards war aufgrund von Störungen nicht möglich. Stattdessen wurde auf die Standardaddition mit drei Aufstockungen via einem Injektorprogramm zurückgegriffen.

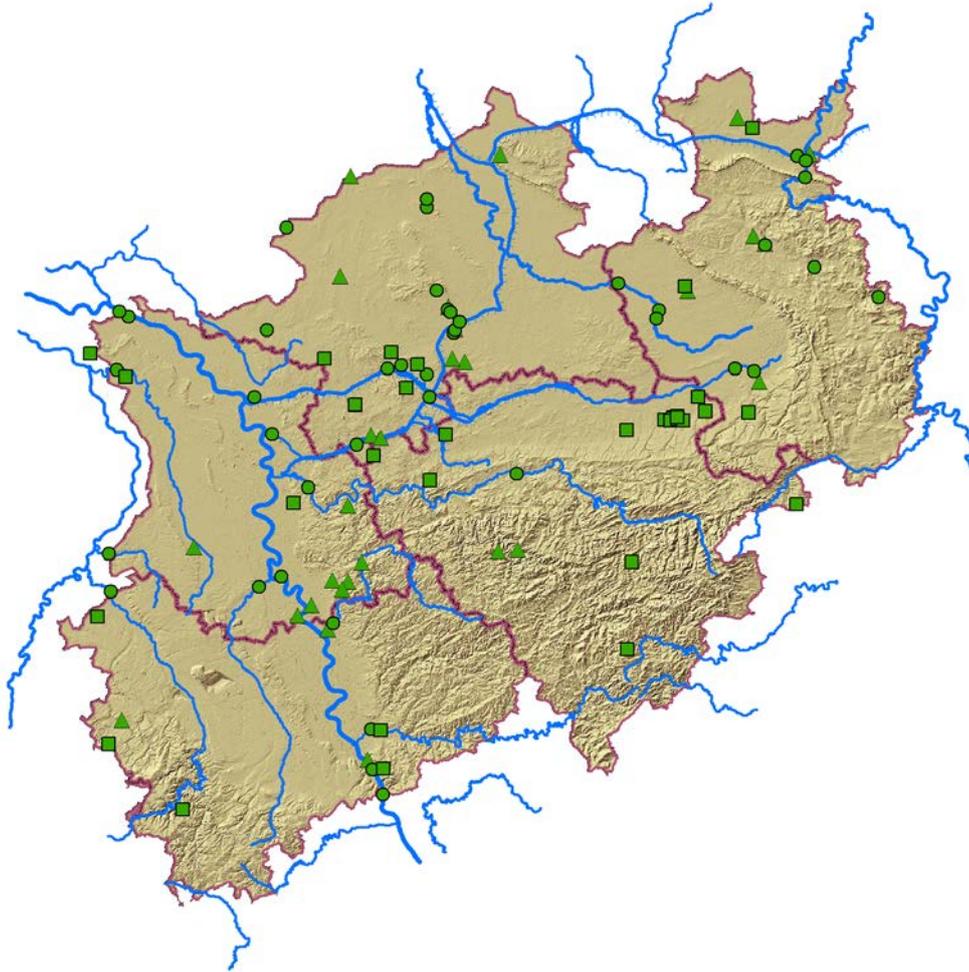
Besondere Anforderungen an die Probenahme und -lagerung bestehen nicht. Die Proben erwiesen sich bei kühler Lagerung (5 °C) unter Ausschluss von Licht über einen Zeitraum von bis zu drei Monaten stabil.

Die analytische Bestimmung von Trifluoracetat ist möglich, unter der Voraussetzung, dass die Blindwerte der Verbrauchsmaterialien unter Kontrolle gebracht werden können. Mit dem im LANUV entwickelten Verfahren kann eine untere Anwendungsgrenze von 0,20 µg/L erreicht werden.

### 3.3 Ergebnisse

Die Einzelwerte für Oberflächenwasser finden sich in den Tabelle A-1, für Abwasser in Tabelle A-2 und für Grundwasser in Tabelle A-3 im Anhang ab Seite 19.

Die Lage der Messstellen in Nordrhein-Westfalen können der folgenden Karte entnommen werden.



**Abb. 1: Lage der Messstellen in NRW.** Kreise definieren Oberflächenwassermessstellen, Vierecke Grundwassermessstellen und Dreiecke die Messstellen für Abwasser.

Aus den bisher vorliegenden Ergebnissen kann bestätigt werden, dass Trifluoressigsäure in Oberflächengewässern bundesweit verbreitet anzutreffen ist. In den allen Fällen liegen die Konzentrationen in den Gewässern in NRW unterhalb des Trinkwasserleitwertes von  $60 \mu\text{g/L}$ , jedoch gibt es Probenstellen im Abwasserbereich, die diesen Wert überschreiten. Dazu ist bekannt, dass in Baden-Württemberg in den Neckar Produktionsabwasser eingeleitet wurden, die eine hohe Menge an TFA (bis zu  $100 \mu\text{g/L}$ ) enthielten. Die Abwasserfrachten wurden dort deutlich reduziert, die Konzentrationen liegen unter  $10 \mu\text{g/l}$ <sup>26</sup>. Hinsichtlich der Einträge in die Stever besteht noch Untersuchungsbedarf. Die in NRW untersuchten kommunalen Abwässer sind ähnlich belastet wie die Oberflächengewässer und sind somit nicht als Hauptquelle für die Belastung der Gewässer anzusehen. Die untersuchten Grundwasserleiter sind nach bisherigem Kenntnisstand ebenfalls belastet, wobei die Konzentrationen unterschiedlich hoch sind und zum Teil über dem (aufgehobenen) GOW, aber immer unter dem Trinkwasserleitwert liegen. Von den seitens des LANUV bisher untersuchten Grundwässern sticht die Messstelle

<sup>26</sup> Persönliche Information durch L. Richters (MULNV NRW) vom 13. Februar 2018

„Geseke Spring“ heraus. Dabei handelt es sich um eine Kluft-/Karstquelle mit einem landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet. Weitere Grundwasseruntersuchungen in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten wurden in NRW von Wasserversorgern durchgeführt bzw. veranlasst, wobei einige Untersuchungen ähnlich hohe Belastungen aufzeigten. Als Ursache wird der Abbau von Herbiziden vermutet.

## 4 Bewertung der Relevanz

### 4.1 Relevanz für aquatische Systeme

#### 4.1.1 Ableitung der Bewertungsgrundlage für die aquatische Biozönose

Für die ökotoxikologische Bewertung liegt eine SSD (species sensitivity distribution) vor, aus der ein HC5-Wert (Wert, bei dem keine negativen Effekte für 95% der Organismenarten erwartet werden) von 11,8 mg/L abgeleitet wurde<sup>9</sup>. Diese entspricht allerdings nicht den Anforderungen des TGD 27 (2018)<sup>23</sup> für die Erstellung von SSDs und wird daher vom LANUV nicht zur Ableitung einer PNEC verwendet.

Das LANUV folgt bei der Ableitung des Beurteilungswertes einem JD-UQN Vorschlag des Umweltbundesamtes<sup>24</sup>: Es liegen akute ökotoxikologische Endpunkte zu den drei trophischen Ebenen Gewässerflora, Makrozoobenthos und Fische vor. Chronische Endpunkte wurden für die Gewässerflora und Makrozoobenthos ermittelt. Gemäß TGD 27 (2018)<sup>23</sup> kann bei dieser Datenlage ein Sicherheitsfaktor von 50 auf die niedrigste chronische Effektkonzentration angewendet werden. Die Ableitung einer entsprechenden sicheren Konzentration für die Oberflächengewässerlebensgemeinschaft erfolgt anhand der chronischen Testergebnisse mit der Grünalge *R. subcapitata*, welche, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, der am sensitivsten auf TFA reagierende Organismus ist. Zur Ermittlung des niedrigsten Endpunkts hat das UBA aus drei EC<sub>10</sub>-Werten aus chronischen Tests mit diesem Organismus (0,12 mg/L, 1,68 mg/L und 5,59 mg/L) einen geometrischen Mittelwert von 1,04 mg/L gebildet, was den Vorgaben des TGD 27 (2018)<sup>23</sup> entspricht. Unter Anwendung des Sicherheitsfaktors von 50 auf den ermittelten Endpunkt ergibt sich ein JD-UQN Vorschlag von 0,021 mg/L = 21 µg/L zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft in Oberflächengewässern.

Dieser Ableitung entsprechend wird ein Orientierungswert von 21 µg/L für die NRW-weite Bewertung von TFA festgelegt; für „trinkwasserrelevante Gewässer“ oder Wasserkörper mit Wasserentnahmen für den menschlichen Gebrauch wird der gesundheitliche Leitwert von 60 µg/L verwendet, wobei aus trinkwasserhygienischer Sicht eine Konzentration von 10 µg/L nicht überschritten werden sollte.

#### 4.1.2 Relevanz der Messdaten für die aquatische Biozönose

Der in Nordrhein-Westfalen als Orientierungswert zum Schutz der aquatischen Biozönose festgelegte Höchstwert von 21 µg/L wird an keiner der NRW-weit untersuchten Messstellen (s. Tabelle A-1) überschritten. Die höchste in nordrhein-westfälischen Oberflächengewässern gemessene Konzentration liegt mit 8,7 µg/L unter dem halben Orientierungswert. Daher ist in den untersuchten Wasserkörpern durch die aktuell ermittelten TFA-Konzentrationen zunächst nicht von einer Gefährdung der aquatischen Biozönose auszugehen.

#### 4.2 Human – und Trinkwasserrelevanz

Nach der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (Annex VI) ist Trifluoressigsäure hinsichtlich humantoxikologischer Eigenschaften als akut toxisch Kategorie 4, H332 „Gesundheitsschädlich beim Einatmen“ und ätzend/reizend auf die Haut Kategorie 1A, H314 „Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden“ harmonisiert eingestuft<sup>27</sup>. Im Registrierungsdossier bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) ist für TFA zudem ein DNEL (derived no-effect-level) für die Allgemeinbevölkerung für den oralen Pfad von 0,042 mg/kg Körpergewicht (KG)/d hinterlegt. Als Ausgangspunkt zur Ableitung des DNELs wurde ein NOAEL (no observed-adverse-effect-level) von 8,4 mg/kg KG d herangezogen (Faktor 200)<sup>28</sup>.

Die Bewertung der Humanrelevanz von Trifluoressigsäure basiert im Wesentlichen auf Ergebnissen wissenschaftlicher Studien, die im Rahmen der Bewertung der Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe der EU (Flurtamone, Saflufenacil) von Antragstellern für den Metaboliten Trifluoressigsäure eingereicht worden sind und in einem EU-weiten gemeinschaftlichen Peer-Review durch Experten der einzelnen EU-Mitgliedsstaaten und der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit umfassend evaluiert und bewertet werden.

Von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) wurde 2014 für Trifluoressigsäure (hier als Metabolit des Pflanzenschutzmittels Saflufenacil) ein vorläufiger nicht rechtsverbindlicher ADI-Wert (akzeptierbare tägliche Aufnahmemenge) in Höhe von 0,05 mg/kg KG/d TFA (Natriumsalz) festgelegt<sup>29</sup>. Für den Metaboliten Trifluoressigsäure des Pflanzenschutzmittels Flurtamone wurde 2017 ebenfalls ein ADI-Wert in Höhe von 0,05 mg/kg KG/d

---

<sup>27</sup> ECHA (2020). *C&L-Inventory, Datenbank Eintrag für Trifluoacetat CAS-Nr. 76-05-1. Index-Nr. 607-091-00-1*. Datenbankstand 08.10.2020

<sup>28</sup> ECHA (2020). *Datenbank Registrierte Stoffe, Registrierungsdossier für Trifluoacetat CAS-Nr. 76-05-1, letzte Modifizierung 01.09.2020*. Datenbankstand 10.10.2020.

<sup>29</sup> EFSA (2014). *Reasoned opinion on the setting of MRLs for saflufenacil in various crops, considering the risk related to the metabolite trifluoroacetic acid (TFA)*. EFSA Journal 12 (2) 3585.

TFA von der EFSA festgelegt<sup>30</sup>. Nach dem Renewal Assessment Report (RAR) zur erneuten Zulassung des Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffs Flurtamone in der EU wird bei einer Konzentration von 10 µg/L TFA im Trinkwasser täglich 0,27 µg/kg KG/d TFA bzw. 0,32 µg/kg KG/d TFA (Natriumsalz) aufgenommen (2 l/Person von 75 kg nach SANCO 221/2000 rev.10). Nach der Abschätzung im RAR der EU entspricht dies einer Ausschöpfung des ADI der EFSA von 2014 durch Trinkwasser von 0,64 % und durch Nahrungsmittel zusätzlich von 6,7 %<sup>31</sup>. Die EFSA ermittelt eine Ausschöpfung des ADI durch Trinkwasser für Säuglinge von 6,6 %, für Kinder von 4,4 % und für Erwachsene von 1,5 %<sup>30</sup>

In einer subakuten oralen Studie (2007) über 90 Tage mit dem Natriumsalz der Trifluoressigsäure zeigte sich bei Ratten eine Reduktion des Gehalts an Bilirubin und Glucose im Blut sowie eine Erhöhung des Ketongehaltes im Urin. Das erhöhte Lebergewicht in Verbindung mit einer hepatozellulären Hypertrophie wurde als nicht toxikologisch relevanter Effekt für den Menschen bewertet. Bei männlichen Tieren wurden zudem ein verringertes Körpergewicht und eine erhöhte Aktivität der alkalischen Phosphatase, Alanin- und Aspartatamino-transferase festgestellt. Bei weiblichen Tieren trat außerdem eine Reduktion des Hämoglobingehalts und Hämatokrit auf. Der NOAEL betrug 9,9 mg/kg KG/d bzw. 12 mg/kg KG/d für männliche bzw. weibliche Tiere. Von der EFSA wurden anhand dieser Studie<sup>32</sup>, die im RAR der EU zur erneuten Zulassung des Wirkstoffs Flurtamone zitiert wird, die ADI-Werte für TFA abgeleitet. Der DNEL für die Allgemeinbevölkerung für den oralen Pfad im REACH-Dossier basiert ebenfalls auf dieser Studie (s.o.).<sup>28</sup>

Eine neue orale Studie mit Ratten (2019) über ein Jahr mit einer Verabreichung von TFA mit dem Wasser in Konzentrationen von 0, 30, 120 und 600 ppm ergab eine dosisabhängige Erhöhung der Alanin-Amino- und Glutamat-Pyruvat-Transferase (ALT, GLT). Vom UBA wurde anhand der Studie ein NOAEL von 30 ppm bzw. 1,8 mg/kg KG d ermittelt und ein TWL von 60 µg/L festgelegt. (Faktor 100, Allokation 10 %, KG 70 kg, 2 L Trinkwasser / d).<sup>19</sup>

Die Bewertung der Reproduktionstoxizität von Trifluoressigsäure ist zurzeit nicht gesichert möglich, da die bisherigen Studienergebnisse zur Ermittlung reproduktionstoxischer Effekte nach oraler Exposition keine eindeutigen Schlussfolgerungen zulassen.

In einer Studie mit Ratten von 2010 zitiert im RAR der EU zur erneuten Zulassung des Wirkstoffs Flurtamone<sup>32</sup> traten nach oraler Gabe von 37,5 mg/kg KG/d, 75 mg/kg KG/d und

---

<sup>30</sup> EFSA (2017). *Updated peer review of the pesticide risk assessment of the active substance flurtamone*. EFSA Journal 15 (8) 4976.

<sup>31</sup> Czech Republic (2016). *Revised Renewal Assessment Report on Flurtamone in the framework of Regulation (EC) No 844/2012, Rapporteur Member State Czech Republic*. VS 5, 06/2017 Vol. 1.

<sup>32</sup> Czech Republic (2016). *Revised Renewal Assessment Report on Flurtamone in the framework of Regulation (EC) No 844/2012, Rapporteur Member State Czech Republic*. VS5, 06/2017 Vol.3 B6 (AS).

150 mg/kg KG/d vom 6.–19. Gestationstag bei der höchsten Dosisgruppe bei den Nachkommen äußerlich sichtbare Anomalien sowie Missbildungen der inneren Organe und des Skeletts auf. Diese wurden von den Autoren jedoch als nicht signifikant bewertet. In einer anderen Studie mit Ratten von 1996 (Saillenfait et al. zitiert in HSDB)<sup>33</sup> zeigten sich nach oraler Exposition vom 10.–20. Gestationstag bei 75 mg/kg KG/d und 150 mg/kg KG/d keine Effekte bei reproduktionstoxischen Parametern wie Wurfgröße, Überlebensrate und Wachstum. Bei den Nachkommen gab es jedoch vorübergehende Funktionsstörungen der Niere und Leber. In Tierversuchen passiert TFA die Plazentaschranke und akkumuliert möglicherweise im Fruchtwasser<sup>34</sup>. Auch in der Muttermilch von Tieren wurde die Substanz nachgewiesen<sup>35</sup>. Nach der CLP-Verordnung ist Trifluoressigsäure nicht als reproduktionstoxisch eingestuft<sup>27</sup>.

Bei Tierstudien mit Halothan bzw. Chlorfluorkohlenwasserstoffen (HCFCs), die hauptsächlich zu Trifluoressigsäure metabolisiert werden, zeigte sich kein kanzerogenes Potential<sup>32,36</sup>. Auf Basis der zurzeit vorliegenden Daten ergeben sich ebenfalls keine Hinweise auf eine genotoxische und neurotoxische Wirkung von Trifluoressigsäure<sup>28,32</sup>. Das UBA hat 2020 auf Basis einer neuen chronischen Studie einen gesundheitlichen Leitwert für Trinkwasser in Höhe von 60 µg/L abgeleitet (s.o.). Zur Bewertung der Humanrelevanz wird der vom UBA abgeleitete Trinkwasserleitwert für TFA herangezogen. Die in nordrhein-westfälischen Oberflächengewässern gemessenen Konzentrationen liegen – bis auf eine Messstelle – unterhalb von 8,7 µg/L (s. Anhang, Tab. A-1). Daher lässt sich folgern, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen nach langfristiger oraler Aufnahme nicht zu erwarten sind.

Wie bereits in Kapitel 1.3 erläutert, ist TFA ein persistenter und mobiler Stoff, der nicht zur Biokonzentration neigt und vorrangig in der Wasserphase verbleibt. Mit seiner kleinen Molekülgröße ist TFA schlecht abbaubar und kann infolgedessen nur schwer aus dem Wasser entfernt werden<sup>5,6</sup>. Somit besteht für TFA ein hohes Eintrags- und Ausbreitungsrisiko in das Grund- und Trinkwasser.

Untersuchungen zum Vorkommen von TFA in der Umwelt (siehe Kapitel 1.4) zeigen, dass TFA nicht nur in trinkwasserrelevanten Oberflächengewässern, sondern bereits in Grund-, Roh- und Trinkwasserproben<sup>1</sup> aus NRW (im einstelligen µg/L-Bereich) nachgewiesen wurde.

---

<sup>33</sup> HSDB (2020). *Datenbankeintrag Trifluoroacetic acid*, Stand 11.10.2007. Zitat: Saillenfait AM. et al. (1997). *Journal App Toxicol* 17 (1) 1-8.

<sup>34</sup> HSDB (2020). *Datenbankeintrag Trifluoroacetic acid*, Stand 11.10.2007. Zitat: Ghantous H. et al. (1986). *Acta Pharmacol Toxicol* 59 (5) 370-376.

<sup>35</sup> HSDB (2020). *Datenbankeintrag 2,2-Dichloro-1,1,1-Trifluoroethane (HCFC-123)*, Stand 17.06.2013. Zitat: Cappon GD. et al. (2002). *Drug Chem Toxicol* 25 (4) 481-496.

<sup>36</sup> DFG (2020). *Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten. 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan (Halothan)* 1978. Wiley-VCH.

Die im Anhang A1 dargestellten Messergebnisse für zum Teil trinkwasserrelevante Oberflächenwassermessstellen belegen den Eintrag von TFA u.a. in Rhein, Ruhr, Sieg und Stever. Für alle Gewässer wird der gesundheitliche Leitwert von 60 µg/L für TFA eingehalten. Die aus trinkwasserhygienischer Sicht einzuhaltende Konzentration von 10 µg/L wird ebenfalls in keinem nordrheinwestfälischen Gewässer überschritten.

Die in Tabelle A-2 im Anhang dargestellten Grundwasserproben mit Messergebnissen bis zu 9,00 µg/L (Messstelle „Ahse Quelle“) zeigen, dass TFA bereits in das Grundwasser eingetragen wurde. Nach weiterführenden Untersuchungen zur genauen Belastungssituation des Grundwassers mit TFA in Nordrhein-Westfalen ist festzustellen, dass TFA in Konzentrationen im einstelligen µg/L-Bereich an Grundwassermessstellen sowohl auf bebauten/besiedelten Flächen als auch im Bereich von Grünland, Acker und Wald gemessen wurde. Aus der Literatur ist bekannt, dass TFA auch über den Luftpfad in signifikanter Höhe eingetragen werden kann und eine Anreicherung in Böden sowie ein Auskämmeffekt in Wäldern möglich ist. Ausgehend von der Tatsache, dass TFA vor allem aber auch als Abbauprodukt von Flurtamone und möglicherweise noch weiteren Trifluormethan-haltigen Pflanzenschutzmitteln gebildet wird, kommt landwirtschaftlichen Nutzflächen als Eintragspfad für das Grundwasser besondere Bedeutung zu.

In nordrhein-westfälischen Trinkwässern, die 2016-2017 untersucht wurden und aus Grund- und Oberflächenwasserressourcen im Münsterland und Niederrhein-Gebiet mit landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten entstammten, wurden TFA-Konzentrationen von 1 µg/L bis 3 µg/L<sup>1</sup> festgestellt.

Unter Berücksichtigung der dargestellten Belastungssituation und der Persistenz und Mobilität von TFA ist eine Ermittlung der Eintragsquellen mit dem Ziel der Verminderung der Einträge von besonderer Bedeutung. Die bekannten Trinkwasseraufbereitungsverfahren wie Ultra- und Nanofiltration, Belüftung, Ozonung und Aktivkohlefiltration bewirken derzeit keine ausreichende Reduzierung der TFA-Konzentration im aufzubereitenden Rohwasser. Aus diesen Gründen ist TFA als trinkwasserrelevant einzustufen.

Trinkwasserrelevante Oberflächengewässer und Grundwässer sollten im Hinblick auf die Belastung durch Trifluoracetat weiter beobachtet werden. Bei einer längerfristigen Überschreitung des Trinkwasserleitwerts von 60 µg/L bzw. der aus trinkwasserhygienischer Sicht einzuhaltenden Konzentration von 10 µg/L ist eine Untersuchung der Eintragspfade bzw. der in Frage kommenden Emittenten notwendig und es sollten Minderungsmaßnahmen am Ort der Entstehung umgesetzt werden. Weiterhin ist die Wirksamkeit der bestehenden Trinkwasser-

aufbereitungsanlagen im Hinblick auf die Elimination und Einhaltung des Trinkwasserleitwerts zu prüfen. In Oberflächengewässern, die zur Trinkwassergewinnung genutzt werden, sollte der Trinkwasserleitwert nicht überschritten werden.

## Ausblick

Die Substanz Trifluoressigsäure bzw. Trifluoracetat ist ein kleines, polares und schwierig zu erfassendes Molekül. Obwohl es vermutlich keine natürlichen Eintragsquellen gibt, kommt es nahezu überall in der Umwelt vor, da es ein Abbauprodukt vieler seit Jahrzehnten verwendeter Chemikalien mit einer Trifluormethyl-Gruppe (CF<sub>3</sub>) wie z. B. FKW-/FCKW-Sprays, Pflanzenschutzmittel oder Kältemittel ist, welches auch über den Luftpfad verbreitet wird. Die daraus resultierenden Konzentrationen (Hintergrundwerte) sind seit längerem bekannt. Die aktuell höchste Konzentration in einem Gewässer sticht demgegenüber jedoch hervor und konnte auf einen Hersteller von Trifluoressigsäure (in Baden-Württemberg) zurückgeführt werden. In NRW werden weitere Untersuchungen folgen.

Aufgrund einer Blindwertproblematik wird Trifluoracetat derzeit zwar nicht in die Regelüberwachung des LANUV aufgenommen. Jedoch wird dem Vorkommen und den relevanten Eintragsquellen durch Sondermessprogramme weiter nachgegangen werden, wobei inzwischen auch diverse Messungen Dritter (z. B. seitens der Wasserversorgungsunternehmen) vorliegen, die in die Auswertungen einbezogen werden können.

## Impressum

### Herausgeber

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen (LANUV)  
Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen  
Telefon 02361 305-0  
Telefax 02361 305-3215  
E-Mail: [poststelle@lanuv.nrw.de](mailto:poststelle@lanuv.nrw.de)

### Ansprechpartner für ECHO:

Dr. Klaus Furtmann, [klaus.furtmann@lanuv.nrw.de](mailto:klaus.furtmann@lanuv.nrw.de), Tel. 02361 305-2321

## Anhang

**Tabelle A-1:** Messwerte für Trifluoracetat in Oberflächengewässern

Messstelle	Probenahme	[µg/L]
IKSR P1: Rhein km 426, Mannheim (Neckar) <sup>37</sup>	24.03.2017	0,96
IKSR P2: Rhein km 426, Mannheim (Neckar) <sup>37</sup>	19.06.2017	9,2
IKSR P3: Rhein km 426, Mannheim (Neckar) <sup>37</sup>	14.07.2017	17
IKSR P4: Rhein km 100, Reckingen	18.09.2017	1,1
IKSR P4: Rhein km 103, Brugg-Aare	18.09.2017	1,5
IKSR P4: Rhein km 171, Weil am Rhein	19.09.2017	0,77
IKSR P4: Rhein km 359, Karlsruhe / Lauterbourg	21.09.2017	0,82
IKSR P4: Rhein km 426, Mannheim (Neckar)	20.09.2017	3,4
IKSR P4: Rhein km 443, Worms (linksrheinisch)	22.09.2017	0,8
IKSR P4: Rhein km 443, Worms (rechtsrheinisch)	22.09.2017	1,1
IKSR P4: Rhein km 475, Schwarzbach (Tebur, Hessen)	23.09.2017	2,5
IKSR P4: Rhein km 497, Bischofsheim (Mainmündung)	23.09.2017	1,4
IKSR P4: Rhein km 499, Mainz (Leitung 2)	23.09.2017	0,74
IKSR P4: Rhein km 590, Koblenz	24.09.2017	0,76
IKSR P4: Rhein km 592, Koblenz (Mosel)	24.09.2017	0,72
IKSR P4: Rhein km 640, Bad Honnef	24.09.2017	0,79
IKSR P4: Rhein km 732, Düsseldorf-Flehe	25.09.2017	1,2
IKSR P4: Rhein km 779, Duisburg (linksrheinisch)	26.09.2017	1,2
IKSR P4: Rhein km 798, Mündung Emscher	26.09.2017	0,86
IKSR P4: Rhein km 863, Lobith	27.09.2017	1,2
IKSR P4: Rhein km 865, WKST Kleve-Bimmen	27.09.2017	1,3
IKSR P4: Rhein km 994, Kampen	30.09.2017	1,1
IKSR P4: Rhein km 1026, Maassluis	30.09.2017	0,81
Steuer oh KA Appelhülsen	05.10.2017	5,1
Steuer uh KA Appelhülsen	05.10.2017	3,8
Steuer oh Stevern	05.10.2017	3,6
Steuer, St7a uh KA Senden	12.10.2017	8,7
Steuer, St6 oh KA Senden	13.10.2017	7,2
Steuer, St4a oh Senden	12.10.2017	7,5
Steuer, St20 Füchtelner Mühle	18.10.2017	7,4
Steuer L68 T6, Heimingshof	18.10.2017	4,3
Steuer uh KA Haltern vor Mdg. i.d. Lippe	18.10.2017	2,3
Ruhr Fröndenberg	06.11.2017	0,81
Sieg Menden	07.11.2017	0,51
Rhein Bad Godesberg	07.11.2017	1,0
Erft Eppinghoven	07.11.2017	0,59
Rhein Wkst Bad Honnef	07.11.2017	1,0
Wupper Opladen	07.11.2017	0,66
Ruhr Mülheim	08.11.2017	1,0
Emscher Mündung i.d. Rhein	08.11.2017	< 0,2

<sup>37</sup> oberhalb der Mündung

Messstelle	Probenahme	[µg/L]
Rhein Lobith	08.11.2017	1,0
Rhein Wkst Kleve-Bimmen	08.11.2017	0,99
Lippe Wesel	08.11.2017	2,4
Rur Vlodrop	14.11.2017	0,81
Schwalm uh. Freibad	14.11.2017	1,1
Rhein Düsseldorf-Flehe	22.11.2017	1,4
Niers bei Kessel	30.11.2017	1,3
DEK, Einmündung Wesel-Datteln-Kanal*	08.11.2017	1,8
MLK (Mittellandkanal)*	16.11.2017	0,28
RHK, Gelsenkirchen-Schalke	28.11.2017	2,3
Erfte bei Eppinghoven	06.02.2018	0,41
Bega, in Schötmar	05.02.2018	3,9
Rheder Bach B39, uh. KA Rhede	06.02.2018	4,9
Lippe bei Wesel	07.02.2018	3,8
Steinfurter Aa Sf7, oh. KA Steinfurt	06.02.2018	8,6
Steinfurter Aa Sf7a, uh. KA Burgsteinfurt	06.02.2018	7,5
Weser, Weserbrücke Minden	22.02.2018	2,3
Niers bei Kessel	05.03.2018	2,4
Berkel BS26 vor Landesgrenze	06.03.2018	3,2
Ems Strbr. L788	06.03.2018	2,5
Ems uh. KA Rheda	06.03.2018	7,2
Weser, Pegel Porta	06.03.2018	1,8
Ems, Stbr. bei Greffen	22.03.2018	2,4
Rheder Bach B39, uh. KA Rhede	05.04.2018	2,6
am Pegel Bentfeld	24.05.2018	0,52
v. Mdg. i.d. Bega	22.05.2018	1,5
Emmer v. Mdg. der Wörmke	29.05.2018	0,95
Alme v. Mdg. i.d. Lippe	29.05.2018	0,88

\* Gewässer mit Entnahmen für den menschlichen Gebrauch werden nach Trinkwasserleitwert bewertet (60,0 µg/L)

**Tabelle A-2:** Messwerte für Trifluoracetat in Abwässern

Messstelle	Probenahme	[µg/L]
KA Nottuln Appelhülsen	05.10.2017	4,5
KA Senden	12.10.2017	4,5
KA Nordkirchen	18.10.2017	1,7
KA Lüdinghausen	18.10.2017	2,4
Ibbenbüren-Püsselbüren, Ibbenbürener Aa	18.05.2018	1,9
AGR Zentraldeponie Emscherbruch, Ablauf 3 (Sümpfungswasser) i.d. Emscher	22.05.2018	0,63
Siegfrid Pharma Chemikalien GmbH & Co. KG Ablauf Betriebskläranlage i.d. Weser	28.05.2018	0,99
Eing - Werk Gescher / Textilveredelung und Handelsgesellschaft mbH, Ablauf KA	29.05.2018	0,67
Ablauf KA Gronau i.d. Dinkel, Probenahmeschacht	30.05.2018	1,3
KA Espelkamp, Zulauf Schönungsteiche	29.05.2018	0,93
Ablauf Q der KA Eilendorf i.d. Haarbach	02.07.2018	4,1
Q4 Deponiersickerwasser vor Vermischung der Abwasser-Gesellschaft Kanpsack ZABA Hürth i.d. Duffesbach	03.07.2018	25
KA Wuppertal-Buchenhofen, Abl. Filtration i.d. Wupper	04.07.2018	0,21
KA Solingen-Ohligs, Ablauf i.d. Itter	04.07.2018	1,7
KA Bonn - Bad Godesberg, Abl. Filtration i.d. Rhein	03.07.2018	1,5
AVG-Zentraldeponie Ville, Abl. Speicherbecken i.d. Duffesbach	05.07.2018	14
KA Ibbenbüren-Püsselbüren, Abl. i.d. Ibbenbürener Aa	10.07.2018	2,1
KA Werdohl, Ablauf Schönungsteich i.d. Lenne	13.07.2018	0,67
KA Lennestadt, Ablauf Schönungsteich 3 i.d. Lenne	16.07.2018	0,81
KA Rahmedetal, Ablauf NKB i.d. Rahmede	18.07.2018	1,4
KA Monheim, Abl. MID-Schacht i.d. Rhein	27.07.2018	1,1
KA Bürrig, Bypassleitung, PN-Station	09.07.2018	24
KA Velbert-Hespertal	13.08.2018	1,2
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	16.04.2019	700
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	11.05.2019	280
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	05.06.2019	64,8
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	10.07.2019	49
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	31.07.2019	< 10
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	17.08.2019	41
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	03.09.2019	25
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	25.09.2019	n.b.
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	19.10.2019	< 10
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	05.11.2019	< 10
Rahmedetal, Ablauf NKB	25.11.2019	< 10
Remondis Industrie, Teilstrom 1 (CP-Anlage)	26.11.2019	86
BIA, Ablauf ABA	26.11.2019	< 10
Fritz Blanke Textilveredelung, Ablaufrohr	27.11.2019	< 10
HeRo Galvanotechnik, PN1 Fluchtstraße	27.11.2019	< 10
Hueck Engraving GmbH, Ablauf ABA	28.11.2019	< 10
MTV NT GmbH, Ablauf ABA	03.12.2019	< 10
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	11.12.2019	24

Messstelle	Probenahme	[µg/L]
Eing Textilverdelung & Handelsgesellschaft mbH, Ablauf KA	17.12.2019	27
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	15.01.2020	< 10
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	27.01.2020	< 10
HeRo Galvanotechnik, PN1 Fluchtstraße	28.01.2020	< 10
Galvanik Anlage Zecher GmbH, Ablauf ABA	28.01.2020	< 10
Eing Textilverdelung & Handelsgesellschaft mbH, Ablauf KA	29.01.2020	< 10
Hueck Engraving GmbH, Ablauf ABA	29.01.2020	< 10
BIA, Ablauf ABA	30.01.2020	< 10
MTV NT GmbH, Ablauf ABA	30.01.2020	20
Rahmedetal, Ablauf NKB	05.02.2020	< 10
Remondis Industrie, Teilstrom 1 (CP-Anlage)	05.02.2020	73
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	06.02.2020	15
Currenta, Auslass B1, Bypass Geb. K33, 2.OG	06.02.2020	46
Zimmermann GmbH & Co. KG, PN CP-Anlage	28.01.2020	22
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	26.02.2020	46
Chempark Leverkusen, Bypassleitung KA Bürrig	17.03.2020	23
Eing Textilverdelung & Handelsgesellschaft mbH, Ablauf KA	02.04.2020	41
Zimmermann GmbH & Co. KG, PN CP-Anlage	06.04.2020	51
Rahmedetal, Ablauf NKB	15.04.2020	32
HeRo Galvanotechnik, PN1 Fluchtstraße	20.04.2020	37

**Tabelle A-3:** Messwerte für Trifluoracetat in Grundwässern

<b>Messstelle</b>	<b>Probenahme</b>	<b>[µg/L]</b>
613 LGD Ummeln	14.09.2017	0,47
HS 76	19.09.2017	0,34
Waldfeucht P2	11.10.2017	0,26
HS/87 Emkumer Mark	11.10.2017	1,2
BQ III Stockumerstr.	11.10.2017	0,25
Geseker Spring	18.10.2017	4,4
Thyssen GE BR 7/II	20.11.2017	0,76
Pionierquelle	25.01.2018	0,99
Flugplatz 320	16.02.2018	4,0
LGD Siegb. Berl. Pl.	24.04.2018	1,0
Ahse Quelle	26.04.2018	9,0
TB Gut Forst 1	17.05.2018	1,10
HS 25	24.05.2018	< 0,2
Mühlenteichquelle	28.05.2018	5,2
Geseker Spring	28.05.2018	1,9
Quelle Bullerloch	28.05.2018	4,6
Quelle Eikeloh	28.05.2018	4,5
HS 18	29.05.2018	0,75
Großenbaumer Str.	30.05.2018	0,67
WF 2 Frotheim	06.06.2018	0,30
PB 7 Niederntudf	06.06.2018	1,4
Ilpe Quelle	18.06.2018	1,7
Heilsteinquelle	03.07.2018	< 0,2
Kloster Heisterb. QF	06.07.2018	0,60
Erwitte GWB 1	04.07.2018	2,4
Pöppelsche Eikeloh	09.07.2018	2,8
Eikeloh Betonplatte	09.07.2018	1,4
Grasweg Eikeloh	11.07.2018	0,91
Mönninghausen OL 730	23.07.2018	1,0
Zinse	24.07.2018	0,25
DO-Holthausen RWI 26	25.07.2018	0,31
HS/11 Sythen	03.08.2018	0,62
Grafwegen 299	17.09.2018	0,47