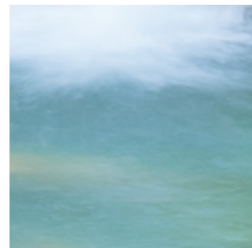
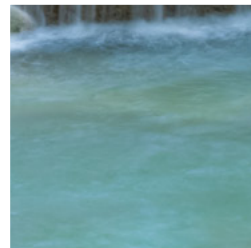
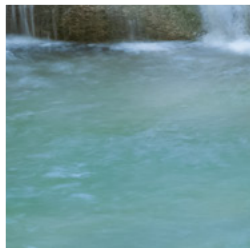
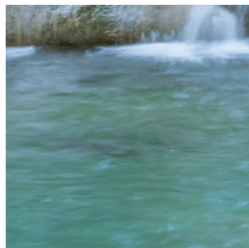
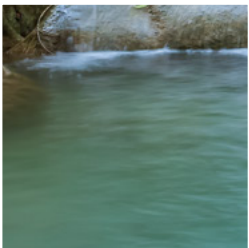
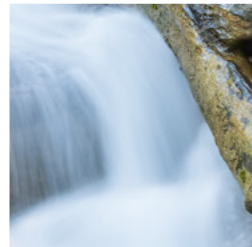
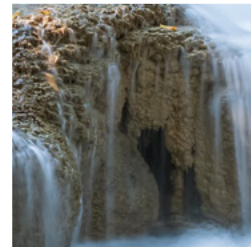
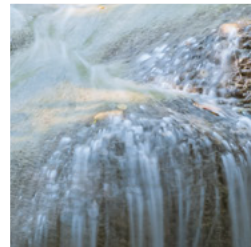
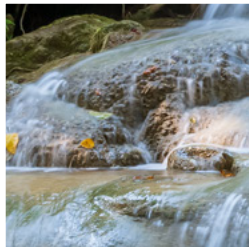
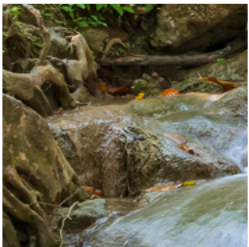
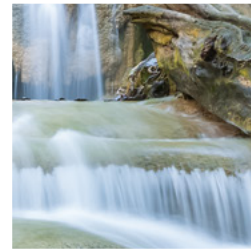
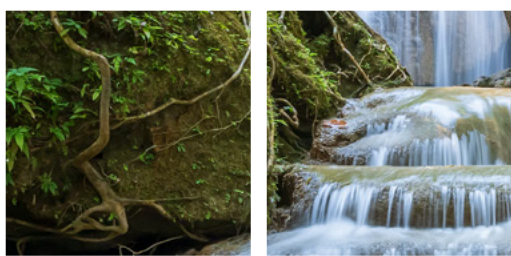


TFA in Wasser

Schmutziges PFAS-Erbe unter dem Radar

Mai 2024



Inhalt

TFA in Wasser

1. Key Findings	3
2. Hintergrund	4
2.1 Persistent und toxisch	4
2.2 Gruppenverbot mit kniffliger Ausnahme	5
2.3 TFA - Bedrohung für unser Wasser	6
2.4 Verpflichtung zum Gewässerschutz	8
2.5 Das PFAS Playbook.	10
2.5.1 Der Mythos von harmlosen Kurzketten	12
2.6 Gewässerschutz gerichtlich gestoppt	14
2.7 Schutz der Industrie statt der Gesundheit	15
3. TFA in Wasser Testergebnisse	16
3.1 Ansatz der Studie	16
3.2 Einzelbestimmung von TFA	17
3.3 Multi-PFAS-Bestimmung in Mischproben	18
4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung	21

Liste der Abkürzungen

ECHA:	Europäische Chemikalienagentur
EFSA:	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
IARC:	Internationale Agentur für Krebsforschung
PAN:	Pestizid-Aktions-Netzwerk
PFAS:	Per- und Polyfluoralkylsubstanzen
PFOA:	Perfluorooctansäure
PFOS:	Perfluorooctansulfonsäure
REACH:	Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien
TFA:	Trifluoracetat
UBA:	Umweltbundesamt (Umweltbundesamt Deutschland)



Key Findings

Im Februar 2024 zeigte eine gemeinsame [Untersuchung](#) des Europäischen Pestizid-Aktions-Netzwerks (PAN Europe) und seiner Mitglieder einen starken Anstieg der Belastung von europäischem Obst und Gemüse mit Pestiziden aus der problematischen Gruppe der PFAS, auch bekannt als „Ewigkeits-Chemikalien“. Der aktuelle Bericht befasst sich mit dem terminalen Abbauprodukt dieser PFAS-Pestizide, der hochpersistenten Chemikalie Trifluoracetat (TFA). Wir untersuchten 23 Oberflächenwasser- und sechs Grundwasserproben aus zehn EU-Ländern auf Rückstände von TFA und anderen PFAS. Das Ausmaß der Kontamination ist alarmierend und erfordert entschiedenes Handeln. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- A) PFAS waren in allen Wasserproben nachweisbar. Über 98 Prozent der nachgewiesenen PFAS-Belastung kommt von TFA, dem persistenten terminalen Abbauprodukt von PFAS-Pestiziden und anderen PFAS.
- B) 79 Prozent der Proben wiesen TFA-Werte auf, die den in der EU-Trinkwasserrichtlinie¹ vorgeschlagenen Grenzwert von 500 ng/l (Nanogramm pro Liter) für „PFAS gesamt“ übersteigen.
- C) Keines der anderen 23 PFAS, die in dieser Studie analysiert wurden, überschreiten ihre jeweiligen, in der EU-Trinkwasserrichtlinie vorgeschlagenen Grenzwerte².
- D) Die gefundenen TFA-Belastungen bewegten sich zwischen 370 ng/l und 3.300 ng/l mit einem Mittelwert von 1.180 ng/l. Der durchschnittliche Gehalt der Summe aller anderen 23 PFAS zusammen betrug 17,5 ng/l.
- E) Die im Oberflächen- und Grundwasser gefundenen TFA-Werte stellen die größte bekannte flächendeckende Wasserkontamination durch eine menschengemachte Chemikalie dar.
- F) PFAS-Pestizide scheinen die Hauptursache für die Wasserverschmutzung mit TFA in ländlichen Gebieten zu sein, gefolgt von

Kühlmitteln, Abwasserbehandlung und industrieller Verschmutzung.

- G) Die bedauerliche Einstufung von TFA als „nicht relevanter“ Metabolit im Rahmen der EU-Pestizidverordnung behindert einen wirksamen Grundwasserschutz in der EU.
- H) Das in der EU-Wasserrahmenrichtlinie verankerte Verschlechterungsverbot hätte eine jahrzehntelange Eskalation der TFA-Verschmutzung verhindern sollen, tat es aber nicht.
- I) Die Behauptung, kurzkettige PFAS (wie TFA) seien harmlos, stammt von der PFAS herstellenden Industrie und wird durch aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zunehmend in Frage gestellt.
- J) Der wachsende Widerstand der größten Fraktion im Europäischen Parlament bedroht das vorgeschlagene Gruppenverbot für PFAS.

Das Ausmaß der gefundenen Kontamination ist alarmierend. Sie ist das Ergebnis eines politischen Versagens auf vielen Ebenen. Jetzt ist schnelles und entschlossenes Handeln gefragt. Es braucht:

- (i) ein schnelles Verbot von PFAS-Pestiziden, indem die Persistenz eines synthetischen Wirkstoffs oder seiner Metaboliten als inakzeptable Auswirkung auf die Umwelt betrachtet wird,
- (ii) die Einführung der neuen Gefahrenklassen Persistent, Mobil und Toxisch (PMT) und sehr Persistent und sehr Mobil (vPvM) in die EU-Pestizidverordnung,
- (iii) die Umsetzung der allgemeinen PFAS-Beschränkung im Rahmen der REACH-Chemikalienverordnung,
- (iv) die Einstufung von TFA als „prioritärer Stoff“ im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie sowie
- (v) Überwachungspflichten und Grenzwerte für TFA.

¹ Der Grenzwert für «PFAS gesamt» in der [EU-Trinkwasserrichtlinie](#) beträgt 500 ng/l. Allerdings haben sich [nicht alle EU-Länder](#) verpflichtet, diese Obergrenze für PFAS in ihren nationalen Vorschriften einzuhalten.

² Der Grenzwert «Summe der PFAS» in der [EU-Trinkwasserrichtlinie](#) beträgt 100 ng/l. Er bezieht sich auf 20 ausgewählte PFAS. TFA ist nicht enthalten.

Hintergrund

2.1 Persistent und toxisch

Nur wenige Chemikalien stellen die Regulierungsbehörden derzeit vor eine so große Herausforderung wie Per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS), die auch als Ewigkeits-Chemikalien bezeichnet werden. Diese Gruppe von Stoffen verbindet eine beispiellose Persistenz mit einer nicht vorhergesagten Toxizität. Ihre umfangreiche und unregulierte Verwendung in Industrie- und Konsumgütern seit Mitte des 20. Jahrhunderts hat dazu geführt, dass PFAS sowohl in lebenden Organismen als auch in der Umwelt weltweit in einem Ausmaß verbreitet sind, das Fragen hinsichtlich der Reversibilität dieser Verschmutzung aufwirft. Gleichzeitig erkennen wir zunehmend die erheblichen Gefahren und Risiken, die PFAS für die menschliche Gesundheit darstellen.

Gesundheitsbehörden auf der ganzen Welt mussten ihre Einschätzungen zur Toxizität von PFAS bereits mehrfach revidieren. Bis Anfang 2018 galt zum Beispiel in der EU³ eine tägliche Aufnahme von 1.500 Nanogramm⁴ PFOA pro Kilogramm Körpergewicht als sicher⁵. Aktuell hält die EU-Lebensmittelbehörde EFSA maximal 0,7 Nanogramm pro Kilogramm Körpergewicht und Tag für gesundheitlich vertretbar⁶ - ein Grenzwert, der leider bei

erheblichen Teilen der europäischen Bevölkerung überschritten wird⁷.

Zu den durch PFAS verursachten Gesundheitsschäden, die in Tierversuchen und in einigen Fällen auch direkt beim Menschen nachgewiesen wurden, gehören Missbildungen bei Föten, Hoden- und Nierenkrebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Störungen des Fettstoffwechsels, Fettleibigkeit und Beeinträchtigung des Immunsystems.

Im April dieses Jahres wurden die in den USA geltenden gesetzlichen Trinkwassergrenzwerte für einige weit verbreitete PFAS massiv gesenkt. Konkret wurden die Grenzwerte auf 4 ng/l für PFOA und 4 ng/l für PFOS sowie auf 10 ng/l für PFNA (Perfluorononansäure), PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure) bzw. "GenX Chemicals" festgelegt. Dies entspricht weniger als einem Tropfen in einem 5.000-Kubikmeter-Schwimmbecken. Und selbst diese extrem geringe Menge ist nicht risikofrei, denn es *gibt kein Niveau der Exposition gegenüber diesen Schadstoffen ohne Risiko gesundheitlicher Auswirkungen, einschließlich bestimmter Krebsarten. Ein nicht einklagbares, gesundheitsbezogenes Ziel von Null* wäre daher aus gesundheitlicher Sicht wünschenswert, wie die US-Behörde in ihrer Pressemitteilung erklärte.

³ Konzentrationsangaben von PFAS erfolgen in diesem Bericht aus Gründen der Übersichtlichkeit einheitlich in Nanogramm pro Liter bzw. pro Kilogramm. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass sich toxikologische Richtwerte und gesetzliche Grenzwerte für PFAS in der jüngeren Vergangenheit aus dem Mikrogramm- ($\mu\text{g}/\text{kg}$ oder $\mu\text{g}/\text{l}$) zunehmend in den Nanogrammbereich verschoben haben.

⁴ PFOA (Perfluorooctansäure) ist der bekannteste Vertreter der PFAS-Untergruppe «perfluorierte Carbonsäuren», zu der auch TFA als Vertreter mit der kürzesten Kette gehört. PFOA ist ein PFAS der ersten Generation, dessen toxikologisches Profil - im Gegensatz zu dem von TFA - sehr gut untersucht wurde. Die von PFOA ausgehenden Risiken für Gesundheit und Umwelt sind vielfältig und mittlerweile unbestritten und haben zu EU-weiten Beschränkungen im Jahr 2020 geführt.

⁵ EFSA (2008); Perfluorooctansulfonat (PFOS), Perfluorooctansäure (PFOA) und ihre Salze Wissenschaftliches Gutachten des Gremiums für Kontaminanten in der Lebensmittelkette; <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.653>

⁶ EFSA (20208); Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food; <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6223>

⁷ HBM4EU (2022) Kurzdarstellung der PFAS https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2022/06/HBM4EU_Policy-Brief-PFAS.pdf

⁸ PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) ist ein PFAS der ersten Generation, der in der EU seit 2010 eingeschränkt ist. Seine negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit sind - wie im Falle von PFOA - gut erforscht und gut verstanden.

2.2 Gruppenverbot mit kniffliger Ausnahme

PFAS sind derzeit ein wichtiges Thema in den Medien und stehen ganz oben auf der politischen Agenda. Wie berechtigt das ist, hatte zuletzt ein europaweites Netzwerk von Journalist:innen unterstrichen, das im Rahmen des [Forever Pollution Projects](#) Anfang 2023 aufdeckte, dass fast 23.000 Standorte in ganz Europa nachweislich mit PFAS kontaminiert sind.

Im Rahmen des Europäischen Green Deals hat sich die Europäische Union verpflichtet, PFAS-Chemikalien im Einklang mit dem Ziel einer schadstofffreien Umwelt schrittweise zu verbieten. Seit Februar 2023 liegt der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) ein [Vorschlag für ein Gruppenverbot](#) für die Herstellung, Verwendung und Einfuhr von PFAS vor. Der Vorschlag gilt für alle Chemikalien, die unter die OECD-Definition von PFAS fallen. Das bedeutet, dass sie mindestens ein vollständig fluoriertes C-Atom (ohne angefügtes H/Cl/Br/I) enthalten. Diese Definition umfasst mehr als 10.000 PFAS. Es gibt jedoch einige Ausnahmen von diesem Verbot. Für Anwendungen, für die es noch keine funktionierende PFAS-freie Alternative gibt, sind zeitlich begrenzte Über-

gangsfristen möglich. Pestizid- und Biozid-Wirkstoffe sowie Pharmazeutika sind generell von dem PFAS-Gruppenverbot ausgenommen. Dies erklärt sich dadurch, dass diese Untergruppen der PFAS-Familie in separaten Verordnungen geregelt sind. In letzter Zeit mehren sich jedoch die Zweifel, ob diese Regelungen die besonderen Gefahren, die sich aus der beispiellosen Persistenz von PFAS ergeben, angemessen berücksichtigen.

Auf die [Frage](#) von EUREAU, dem Dachverband der europäischen Trinkwasserversorger, ob PFAS-Pestizide im Rahmen der EU-Pestizidverordnung verboten werden sollen, antwortete die Europäische Kommission, sie werde „Gespräche mit den Mitgliedstaaten über das weitere Vorgehen aufnehmen“. Bisher wurde noch kein einziger Pestizidwirkstoff verboten, weil er ein PFAS ist.

In dieser Frage sollten entschiedene Maßnahmen ergriffen werden, denn wie wir im Folgenden sehen werden, gehören PFAS-Pestizide zu den größten Quellen der globalen PFAS-Kontamination, da sie eine Hauptquelle für die Bildung von Trifluoroacetat (TFA) sind.

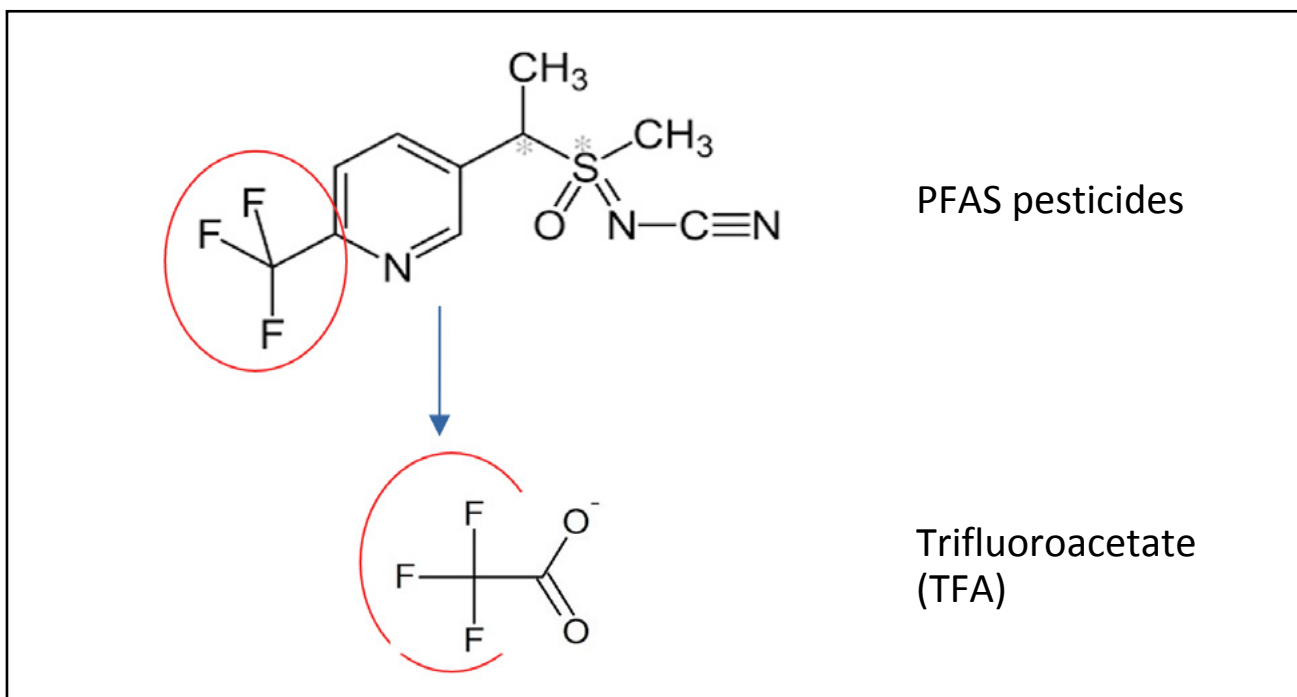


Abbildung 1. Kohlenstoffgebundene perfluorierte Methylgruppen in Pestizid-, Biozid- und pharmazeutischen Wirkstoffen werden unter Umweltbedingungen durch oxidative Spaltung in TFA umgewandelt.

2.3 TFA - eine Bedrohung für unser Wasser

Kaum eine vom Menschen hergestellte Chemikalie ist stabiler als TFA. Darüber hinaus ist TFA extrem mobil und gut wasserlöslich. Die Kombination dieser Eigenschaften macht TFA zur „perfekten“ Grundwasserkontaminante. Die natürliche Filter- und Pufferfunktion des Bodens zur Beseitigung von Schadstoffen aus dem Sickerwasser funktioniert bei Chemikalien wie TFA nicht. Sie können fast ungehindert in das Grundwasser eindringen und dort über Jahrhunderte verbleiben. Außerdem können die üblichen Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung TFA nicht entfernen⁹.

Zu den wichtigsten Vorläufern von TFA gehören die bereits erwähnten Pestizide, Biozide und Arzneimittel mit perfluorierten Methylgruppen, aber auch Kühlmittel aus der PFAS-Gruppe, die so genannten „F-Gase“. Letztere werden aus verschiedenen Kühlsystemen in die Atmosphäre emittiert, wo sie photolytisch zu TFA umgewandelt werden und dann über Niederschläge weltweit in den Wasserkreislauf gelangen. Eine weitere potenzielle Quelle für die Verschmutzung von Flüssen durch TFA ist die direkte Einleitung von TFA-haltigen Abwässern durch die PFAS-Herstellungindustrie, die TFA als Rohstoff für die Produktion anderer PFAS verwendet.

In einem kürzlich vom deutschen Umweltbundesamt (UBA) durchgeführten Forschungsprojekt wurden die potenziellen Emissionen von TFA

in die Umwelt in Deutschland aus verschiedenen Quellen geschätzt. Bei der Modellierung wurden Faktoren wie die durchschnittlichen Mengen an Pestiziden, die auf die wichtigsten Kulturpflanzen ausgebracht werden, bezogen auf die Fläche, die jährlichen Verkaufsmengen von PFAS-Arzneimitteln und die durchschnittliche jährliche TFA-Konzentration im Regen berücksichtigt, die an verschiedenen Messstellen gemessen und mit den entsprechenden regionalen Niederschlagsmengen verknüpft wurden.

Die in Abbildung 2 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Pestizide das größte Potenzial für die Freisetzung von TFA in den betrachteten Wasserkörpern haben, das auf 434 Tonnen pro Jahr geschätzt wird, gefolgt von F-Gasen mit 96 Tonnen und Abwasserbehandlung und Gülle mit jeweils etwa 20 Tonnen pro Jahr. Daten über industrielle Emissionen (direkte Einleitungen) waren nicht verfügbar, werden aber als „relevant“ angesehen.¹⁰

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten zur landwirtschaftlichen Bodennutzung, zu Niederschlägen, Kläranlagen und industriellen Aktivitäten haben die UBA-Expert:innen errechnet, dass in 303 der 400 deutschen Landkreise der Einsatz von PFAS-Pestiziden der wichtigste Eintragungspfad für TFA in die Gewässer ist, gefolgt von Niederschlägen (51 Landkreise), Kläranlagen (38 Landkreise) und industriellen Verunreinigungen (9 Landkreise).

⁹ TFA cannot be removed from water by filters (activated carbon) or ozonation; it can only be removed by reverse osmosis. However, this technology requires more resources, leads to higher energy costs, and raises the unresolved issue of disposing of the resulting concentrates.

¹⁰ UBA (2023): Trifluoracetat (TFA): Grundlagen für eine effektive Minimierung schaffen - Räumliche Analyse der Eintragungspfade in den Wasserkreislauf: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/trifluoracetat-tfa-grundlagen-fuer-eine-effektive>

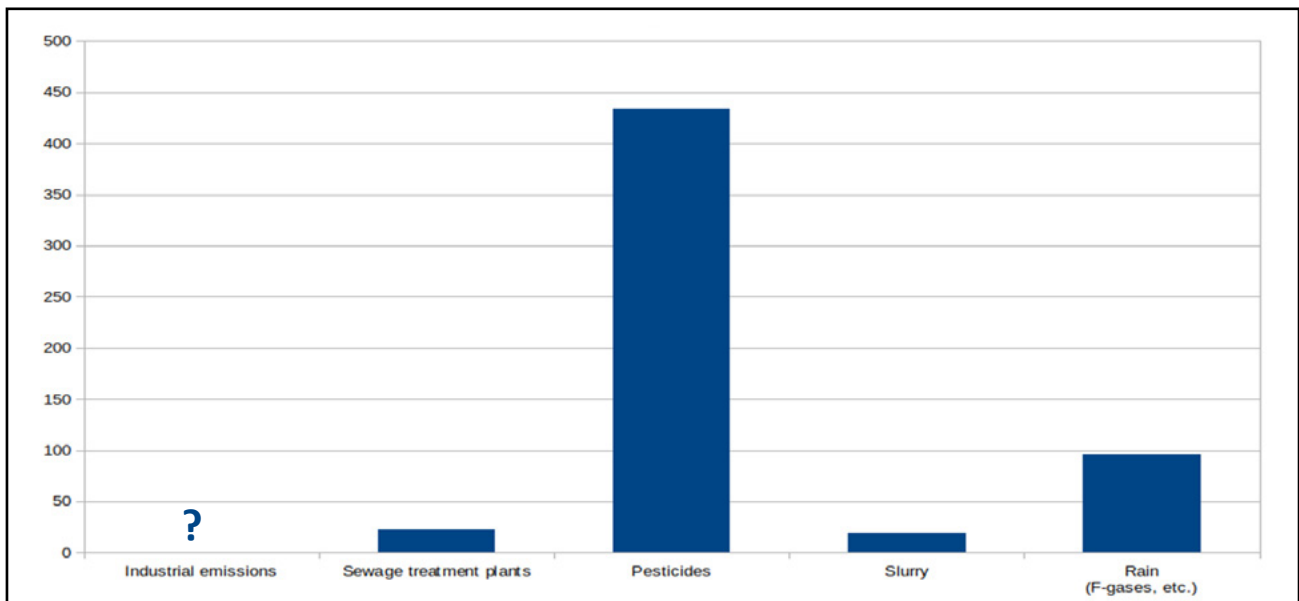


Abbildung 2. Durchschnittliche potenzielle jährliche TFA-Freisetzung aus verschiedenen Quellen und Eintragspfaden (Quelle: [UBA 2023](#), S.52)

Mögliche Unsicherheiten bei der Modellierung ergeben sich aus der Annahme, dass die TFA-Emissionen aus PFAS-Pestiziden auf der Grundlage einer konservativen Schätzung einer 100%igen molaren Umwandlung von CF₃-Gruppen in TFA berechnet wurden. Diese Annahme könnte zu einer Überschätzung der pestizidbedingten TFA-Emissionen geführt haben. Darüber hinaus wurde die Anwendung von Pestiziden nur für Kulturen berücksichtigt, für die in Deutschland Daten vorliegen, was zu einer Unterschätzung der Emissionen führen könnte.

Trotz dieser Unsicherheiten weisen die Berechnungen eine starke Korrelation mit den in der Praxis gemessenen durchschnittlichen TFA-Werten in Oberflächen- und Grundwasser auf. In Regionen mit einem hohen Anteil an Ackerland sind die durchschnittlichen TFA-Werte deutlich höher (1.660 ng/L) als in Gebieten, in denen keine landwirtschaftlichen Einträge zu erwarten sind, sondern der Niederschlag der dominierende Eintragspfad ist (670 ng/L), so die UBA-Studie. Die höchsten durchschnittlichen Schadstoffwerte (2.280 ng/L) wurden jedoch in Gebieten ge-

messen, in denen Industrieemissionen dominieren, was nur in einigen wenigen Landkreisen der Fall ist.

Obwohl die oben genannten Berechnungen anhand von Daten aus Deutschland durchgeführt wurden, kann man davon ausgehen, dass dies auch für andere europäische Länder gilt. In Regionen, in denen konventionelle Landwirtschaft betrieben wird, kann ein erheblicher, wenn nicht sogar der überwiegende Teil des TFA-Eintrags in die Gewässer auf den Einsatz von PFAS-Pestiziden zurückgeführt werden. Diese Schlussfolgerung wird durch Erhebungen über den Verkauf von PFAS-Pestiziden in anderen Ländern gestützt, wie z. B. die von Generations Futures in Frankreich durchgeführten [Erhebungen](#), die auf eine steigende Tendenz beim Einsatz dieser Pestizide hinweisen.

Es ist hervorzuheben, dass die Landwirt:innen im Allgemeinen nicht wissen, ob Pflanzenschutzmittel PFAS-Pestizide enthalten, da diese Informationen nicht auf den Produktetiketten oder Sicherheitsdatenblättern zu finden sind.

2.4 Verpflichtung zum Gewässerschutz

Unsere Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die „PFAS-Problematik“, die vor zwei Jahrzehnten im Zusammenhang mit dem [Dark Waters-Skandal](#) erstmals einer breiteren Öffentlichkeit bekannt wurde und seitdem vor allem als Problem hoch belasteter, aber lokal begrenzter „Kontaminations-Hotspots“ verstanden wurde, inzwischen zu einem noch größeren Problem geworden ist. Es hat alle Gewässer in Europa erfasst. Die durchschnittliche Konzentration des C2 PFAS Trifluoracetat liegt in einer Größenordnung, die an die Konzentrationen erinnert, die im Rahmen des [Forever Pollution Project](#) an vielen Hot Spots mit C8- und C6 PFAS festgestellt wurden.

In der EU gilt Wasser als ein besonders schützenswertes Gut. Verschiedene europäische Gesetze zielen darauf ab, Wasser vor Verunreinigungen zu schützen. Dies gilt insbesondere für Pestizidwirkstoffe und ihre „Metaboliten“ (d. s. sowohl Umwandlungs- als auch Abbauprodukte).

Nach der [EU-Pestizidverordnung](#) dürfen Pestizide nur dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dass die Konzentration des Wirkstoffs im Grundwasser unter realistischen Anwendungsbedingungen einen Schwellenwert von 100 ng/l nicht überschreitet. Dies gilt grundsätzlich auch für seine Abbau- oder Reaktionsprodukte, die so genannten Metaboliten. Allerdings mit der Einschränkung, dass diese die in der EU-Pestizidverordnung¹¹ definierten Kriterien für „relevante Metaboliten“ erfüllen. Diese Kriterien verlangen, dass die Metaboliten:

- a) inhärente Eigenschaften aufweisen, die mit denen des Ausgangsmaterials im Hinblick auf die gewünschte biologische Aktivität vergleichbar sind,

- b) oder ein vergleichbares Risiko für Organismen darstellen wie der Ausgangsstoff,
- c) oder bestimmte toxikologische Eigenschaften aufweisen, die als unannehmbar gelten.

Das erste Mal, dass der „Metabolit“ TFA als Abbauprodukt eines PFAS-Pestizids bewertet wurde, war unseres Wissens im Jahr 2003 im Rahmen des Zulassungsverfahrens für den Wirkstoff Flurtamon, der seit 2018 in der EU nicht mehr zugelassen ist¹². Die Entscheidung der EU-Behörden war es damals, TFA als „nicht relevanten“ Metaboliten einzustufen, obwohl sie anerkannten, dass die dem zuständigen Ausschuss vorgelegten toxikologischen Informationen unzureichend waren. Der Grund dafür war, dass Punkt (a) als nicht erfüllt angesehen wurde und in Bezug auf Punkt (b) und insbesondere Punkt (c) anders als heute¹³ damals keine Daten vorlagen, die auf unannehmbar hohe Umweltrisiken oder unannehmbar hohe toxikologische Eigenschaften hinwiesen.

Die unzureichende Datenlage ist nicht überraschend, da das Zulassungsverfahren für die Bewertung von Metaboliten im Allgemeinen keine Studien zur Reproduktionstoxizität oder zu Krebserkrankungen verlangt.

Vor allem aber hat sich die Tatsache, dass die EU-Pestizidverordnung die Kombination aus extremer Mobilität und ultimativer Persistenz nicht als ausreichenden Grund für die Einstufung eines Metaboliten als „relevant“ anerkennt - obwohl diese Kombination de facto ein „Garant“ für die Grundwasserkontamination ist - als großer Fehler erwiesen.

Wie die Ausgangsstoffe der Pestizide dürfen auch die „relevanten“ Metaboliten im Grundwasser nicht in Konzentrationen von mehr als 100 ng/

¹¹ Zusätzliche Hinweise zur Auslegung der in der Verordnung festgelegten Kriterien finden Sie im [„Leitfaden zur Bewertung der Relevanz von Metaboliten im Grundwasser von Stoffen, die gemäß der Verordnung \(EG\) Nr. 1107/2009 geregelt sind“](#).

¹² Europäische Kommission, 2013. Beurteilungsbericht für den Wirkstoff Flurtamone. Generaldirektion Gesundheit und Verbraucherschutz. [Sanco/10162/2003-Final]

¹³ Ernsthafte gesundheitliche Bedenken im Zusammenhang mit TFA ergaben sich aus einer von der Industrie in Auftrag gegebenen [Zwei-Generationen-Studie](#), in der bei Kaninchen in allen drei Dosisgruppen Geburtsfehler (Fehlbildungen der Augen) festgestellt wurden. Daraufhin schlug Deutschland im Frühjahr 2024 bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) vor, TFA auf der Grundlage des REACH-Registrierungsdossiers als reproduktionstoxisch (Kategorie 1B) einzustufen.

Liter vorhanden sein. Dieser Grenzwert gilt auch für Trinkwasser. Wäre TFA als relevanter Metabolit anerkannt worden, hätten die Grundwasserschutzbestimmungen die Zulassung aller Wirkstoffe, die zu TFA abgebaut werden, untersagt, es sei denn, es kann sichergestellt werden, dass die Grundwasserkonzentration trotz ihrer Verwendung unter 100 ng/l bleibt, was offensichtlich nicht der Fall ist. Die falsche Einstufung von TFA als „nicht relevant“ hat also die Vermarktung von PFAS-Pestiziden in der EU gerettet. Aber sie hat auch die wahrscheinlich größte systematische Verunreinigung unseres Wassers mit einer vom Menschen hergestellten Chemikalie ermöglicht.

Man könnte nun argumentieren, dass F-Gase, die ebenfalls eine wesentliche Ursache für die TFA-Kontamination in europäischen Gewässern sind (wie in Abschnitt 2.3 gezeigt), von der Einstufung von TFA als relevanter Metabolit nicht unmittelbar betroffen wären. Das ist richtig. Es kann jedoch spekuliert werden, dass die EU-weiten Überwachungsverpflichtungen für einen „relevanten Metaboliten TFA“ und die daraus resultierenden Daten über eine ständig zunehmende TFA-Belastung die Regulierung aller relevanten Quellen der TFA-Kontamination, und damit auch der F-Gase, ausgelöst hätten.

Dies führt uns zu der [Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG](#) und ihren Tochtrichtlinien, der [Grundwasserrichtlinie 2008/118\(EG\)](#) und der [Richtlinie über Qualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik 2008/105/EG](#). Das zentrale Ziel dieser Gesetze ist es, einen „guten Zustand“ für Europas Flüsse, Seen und Grundwasser zu errei-

chen. Insbesondere darf die Wasserverschmutzung nicht zunehmen („Verschlechterungsverbot“). Vielmehr muss sie reduziert werden.

Zu diesem Zweck muss der Zustand der Gewässer in jedem Einzugsgebiet im Hinblick auf die relevanten Schadstoffe überwacht werden. Falls erforderlich, müssen Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung eingeleitet werden. Für das Grundwasser ist dies in Artikel 4 der Wasserrahmenrichtlinie besonders klar geregelt, dort heißt es:

„Die Mitgliedstaaten ergreifen die erforderlichen Maßnahmen, um jeden signifikanten und anhaltenden steigenden Trend bei der Konzentration eines Schadstoffs, der sich aus den Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten ergibt, umzukehren, um die Verschmutzung des Grundwassers schrittweise zu verringern.“

Im Fall von TFA waren alle Bedingungen erfüllt, die die Einführung von Maßnahmen zur Verringerung der Verschmutzung per Gesetz erforderlich gemacht hätten. TFA erfüllt zweifellos das Kriterium eines „Schadstoffs“ im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie¹⁴ und weist zudem in allen Gewässern einen „signifikanten und anhaltenden Aufwärtstrend“ auf; eine schleichende, aber stetige Zunahme, die von der Öffentlichkeit seit Jahrzehnten weitgehend unbemerkt bleibt, aber von wissenschaftlichen Experten seit den 1990er Jahren vorhergesagt bzw. beschrieben wurde^{15, 16, 17} und bereits eingetreten ist. In Deutschland haben sich beispielsweise die ge-

¹⁴ „Organohalogene Verbindungen“ stehen an erster Stelle im „nicht erschöpfenden Verzeichnis der wichtigsten Schadstoffe“ [der Wasserrahmenrichtlinie](#) (Anhang VIII). PFAS gehören zu der Gruppe der halogenorganischen Verbindungen. Obwohl sie in der EU-Pestizidverordnung nicht als relevante Metaboliten eingestuft sind, hätte die Verschmutzung durch TFA aufgrund der Überwachungspflichten der Wasserrahmenrichtlinie erkannt und bekämpft werden müssen.

¹⁵ Likens GE, Tartowski SL, Berger TW, Richey DG, Driscoll CT, Frank HG, Klein A. Transport and fate of trifluoroacetate in upland forest and wetland ecosystems. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1997 Apr 29;94(9):4499-503. doi: 10.1073/pnas.94.9.4499. PMID: 9114018; PMCID: PMC20751. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9114018/>

¹⁶ Ball JC, Wallington TJ. Bildung von Trifluoracetat aus dem atmosphärischen Abbau von Fluorkohlenwasserstoff 134a: ein Problem für die menschliche Gesundheit? *Air Waste*. 1993 Sep;43(9):1260-2. doi: 10.1080/1073161x.1993.10467204. PMID: 8217109. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8217109/>

¹⁷ Klein, A. (1997) Halogenierte Essigsäuren in der Umwelt. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät Biologie, Chemie und Geowissenschaften der Universität Bayreuth, unveröffentlicht.

messenen TFA-Werte im Regenwasser innerhalb von zwei Jahrzehnten vervierfacht¹⁸. Ähnliche und sogar noch weit größere zeitliche Anstiege von TFA wurden in Untersuchungen von Oberflächengewässern in den USA¹⁹ und China²⁰ sowie aus Eisbohrkernen in den abgelegenen nördlichen Regionen Kanadas²¹ gemeldet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Schutz des Wassers vor Verunreinigungen, wie sie durch TFA verursacht werden, zu den zentralen Zielen sowohl des europäischen Pestizidrechts als

auch des Wasserrechts zählt. Auch die Instrumente zur Zielerreichung waren vorhanden, nämlich die gesetzlichen Leit- bzw. Grenzwerte für Pestizide und ihre (relevanten) Metaboliten im Grund- und Trinkwasser sowie die Verpflichtung zur Überwachung halogenierter organischer Schadstoffe und zur Eindämmung und Umkehrung ihrer Zunahme in den Gewässern durch geeignete Maßnahmen. Die Regierungen hatten daher nicht nur die Möglichkeit, sondern auch die Pflicht, gegen die weit verbreitete TFA-Kontamination in europäischen Gewässern vorzugehen.

Die Tatsache, dass die Regierungen der Mitgliedstaaten das TFA-Problem jahrzehntelang ignoriert haben – und das in vielen Ländern auch heute noch tun - macht aus einem Umweltskandal einen politischen Skandal.

2.5 Das PFAS Playbook

Die Geschichte der PFAS ist eine sich wiederholende Geschichte von Chemikalien, die als harmlos bezeichnet wurden, bis die Beweise für das Gegenteil so vollständig waren, dass jede weitere Leugnung ihrer Gefährlichkeit sinnlos war. Dies war der Fall bei der ersten Generation, den inzwischen weitgehend verbotenen C8-PFAS, dann bei ihren kürzerkettigen (C6 und C4) Ersatzstoffen, und heute bei den ultrakurzkettigen PFAS (C1-C3), von denen TFA der bekannteste ist.²²

Die von den PFAS-Herstellern angewandten Strategien sind *"den Strategien der Tabak-*

Pharma- und anderer Industrien zur Beeinflussung von Wissenschaft und Regulierung ähnlich - insbesondere die Unterdrückung ungünstiger Forschungsergebnisse und die Verzerrung des öffentlichen Diskurses". Ziel dieser Taktiken ist es, öffentliches Bewusstsein und regulatorische Maßnahmen so lange wie möglich hinauszuzögern. Zu diesem Ergebnis²³ kam ein Team von Wissenschaftlern bei der Analyse interner Unternehmensdokumente, die DuPont und 3M aufgrund von Gerichtsverfahren in den USA offenlegen mussten.

¹⁸ Freeling, F.; Behringer, D.; Heydel, F.; Scheurer, M.; Ternes, T. A.; Nödler, K. Trifluoroacetate in Precipitation: Ableitung eines Benchmark-Datensatzes. [Environ. Sci. Technol. 2020, 54 \(18\), 11210-11219.](#)

¹⁹ Thomas M. Cahill. Anstieg der Trifluoroacetat-Konzentrationen in Oberflächengewässern über zwei Jahrzehnte. [Umweltwissenschaft & Technologie 2022 56 \(13\), 9428-9434](#)

²⁰ Zhai, Z. H.; Wu, J.; Hu, X.; Li, L.; Guo, J. Y.; Zhang, B. Y.; Hu, J. X.; Zhang, J. B. A 17-fold increase of trifluoroacetic acid in landscape waters of Beijing, China during the last decade. [Chemosphere 2015, 129, 110-117](#)

²¹ Pickard, H. M.; Criscitiello, A. S.; Persaud, D.; Spencer, C.; Muir, D. C. G.; Lehnher, I.; Sharp, M. J.; De Silva, A. O.; Young, C. J. Ice Core Record of Persistent Short-Chain Fluorinated Alkyl Acids: Evidence of the Impact From Global Environmental Regulations. [Geophys. Res. Lett. 2020, 47 \(10\)](#)

²² TFA ist das C2-Analogon von PFOA, einem "C8"-PFAS. TFA besteht aus zwei Kohlenstoffatomen, von denen eines drei Fluoratome trägt, während das andere eine Carboxylgruppe enthält.

²³ Gaber N, Bero L, Woodruff TJ. The Devil they Knew: Chemical Documents Analysis of Industry Influence on PFAS Science. [Ann Glob Health. 2023 Jun 1;89\(1\):37](#)

Die Tatsache, dass die PFAS-Industrie diese Dokumente im Jahr 2000 offenlegen musste, was die Behörden in den USA und Europa dazu veranlasste, sich erstmals mit den Umwelt- und Gesundheitsgefahren von PFAS zu befassen, ist der Hartnäckigkeit eines Einzelnen zu verdanken, des Umweltschutzes Robert Bilott. Seine Geschichte wird in einem umfassenden [Bericht der New York Times](#), einem fesselnden [Dokumentarfilm](#) und einem ebenso sehenswerten [Spielfilm](#) ausführlich dargestellt. Zu den [Dokumenten](#), die er vor Gericht erkämpft hat, gehören mehr als 110.000 Seiten mit internem Schriftverkehr, medizinischen Berichten und vertraulichen Studien von DuPont-Wissenschaftlern. Sie enthüllen, dass die PFAS-Industrie bereits 1950 wusste, dass sich ihre Chemikalien in unserem Blut anreichern können, und bereits in den 1960er Jahren, dass sie Gesundheitsrisiken bergen können. Seit 1981 wussten die Hersteller aus eigenen Studien mit Ratten²⁴ und Beobachtungen von schwangeren Arbeitnehmerinnen²⁵, dass ihre damaligen wichtigsten PFAS-Verbindungen, PFOA und/oder PFOS (aufgrund der Anzahl der Kohlenstoffatome gemeinhin als "C8" bezeichnet), Geburtsfehler verursachten. Konkret handelte es sich dabei um Fehlbildungen der Augen, die sowohl bei Rattenbabys, deren Mütter während der Schwangerschaft C8-PFAS ausgesetzt waren, als

auch bei zwei von acht Babys, die von an der C8-Produktion beteiligten Arbeitnehmerinnen während der Schwangerschaft geboren wurden, beobachtet wurden. In den späten 1980er und 1990er Jahren stellten die Hersteller schließlich erhöhte Krebsraten bei PFAS-Arbeitern und erhöhte Tumorraten in Tierstudien mit C8 fest.

Anstatt ihre Kunden und die Behörden über die Gefahr von Geburtsschäden und Krebs zu informieren - wozu sie gesetzlich verpflichtet waren -, verschwiegen sie diese Studien und förderten in ihren Werbekampagnen weiterhin das Image ihrer Chemikalien als harmlos und nützlich.²⁶

Wie erfolgreich die Industrie nach den Regeln der Tabakindustrie spielte - und wie erfolglos die Politik beim Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit war - zeigt die Tatsache, dass PFAS der ersten Generation in der EU erst 2010 im Falle von PFOS und 2020 im Falle von PFOA beschränkt wurden. Darüber hinaus werden PFAS der zweiten Generation, die ebenfalls extrem persistent sind und negative Auswirkungen auf Ökosysteme und die Gesundheit haben, aber eine kürzere, typischerweise C4- oder C6-Kettenlänge aufweisen, weiterhin weitgehend unreguliert produziert und vermarktet²⁷.



²⁴ Das [DuPont-Memo](#) über die 3M-Rattenstudie mit Augenfehlbildungen ist eines von unzähligen DuPont-Dokumenten, die der US-Anwalt Rob Bilott im März 2001 den US-Behörden und Politikern vorlegte.

²⁵ Das [DuPont-Memo](#) über die unternehmensinterne Untersuchung der Schwangerschaften von C8-Arbeiterinnen ist eines von unzähligen DuPont-Dokumenten, die der US-Anwalt Rob Bilott im März 2001 den US-Behörden und Politikern vorlegte.

²⁶ Stephanie Soechtig (2018) The Devil We Know [Filmdokumentation](#)

²⁷ COUSINS, I.T., G. GOLDENMAN, D. HERZKE, R. LOHMANN, M. MILLER, C.A. NG, S. PATTON, M. SCHERINGER, X. TRIER, L. VIERKE, Z. WANG und J.C. DEWITT, 2019. Das Konzept der wesentlichen Verwendung zur Bestimmung des Zeitpunkts, zu dem die Verwendung von PFAS auslaufen kann [online]. [Environmental Science: Processes and Impacts, 21\(11\), 1803-1815.](#)

2.5.1 Der Mythos von harmlosen Kurzketten

Ein Meisterstück aus dem PFAS Playbook wird derzeit von der Industrie im Zusammenhang mit TFA vorgeführt. Zwei Narrative stechen dabei besonders hervor.

Erzählung Nr. 1 behauptet, dass die im Regen und in globalen Gewässern gemessene TFA-Verschmutzung nicht von der Industrie verursacht wird, sondern zu einem großen Teil natürlichen Ursprungs ist. Diese Behauptung der PFAS-Industrie²⁸ erinnert frappierend an die Leugnung des vom Menschen verursachten Klimawandels, die von der Fossilindustrie organisiert und finanziert wurde und wird. Doch die fluorchemische Industrie könnte dieses Narrativ sogar erfunden haben. In den 1970er Jahren, als ihre Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) - und damit eine florierende Zwei-Milliarden-Dollar-Industrie - wegen der Zerstörung der Ozonschicht²⁹ unter Druck gerieten, postulierte sie einen vulkanischen Ursprung für ozonschädigende Gase. Heute propagieren die fluorchemische Industrie und die ihr angeschlossenen Wissenschaftler:innen erneut einen vulkanischen Ursprung für eine von ihnen hergestellte Chemikalie, deren Regulierung ihrem Geschäft ernsthaft schaden würde. Sie behaupten, dass "hydrothermale Schloten" bedeutende natürliche Emittenten von TFA sind. Obwohl diese Be-

hauptung nicht durch Fakten gestützt wird^{30,31}, tut sie ihr Übriges, um den öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurs zu verschleiern und zu verzerren und politische Maßnahmen zu verzögern³².

Erzählung Nr. 2 baut auf einem Mythos auf, der seit der Umstellung von längererkettigen PFAS (C8 und höher) auf kürzerkettige Verbindungen (oft C6 oder C4) verbreitet wird: die Erzählung von vergleichsweise harmlosen kurzkettigen PFAS. Demnach ist TFA als ultrakurzkettige (C2) Verbindung einfach nicht mit anderen PFAS vergleichbar. Beispiele für diese Strategie der fluorchemischen Industrie hat der belgische Aktivist Thomas Goorden in seiner Publikation [The Dark PFAS Hypotheses - Strategies of Deception](#) zusammengestellt. Einige dieser Beispiele sind recht erstaunlich: So wird in einer vom PFAS-Hersteller 3M finanzierten Veröffentlichung³³ unter Berufung auf eine andere, ebenfalls von 3M finanzierte Veröffentlichung³⁴ behauptet, dass "ultrakurzkettige PFAS wie TFA und PFPrA nicht mit anderen Perfluoralkylcarboxylaten und Perfluoralkylsulfonaten in eine Gruppe gestellt werden sollten", wenn es um die Regulierung von PFAS geht.

Dass die PFAS-Industrie TFA gerne als harmlos darstellen möchte, ist keineswegs überraschend.

²⁸ EFCTC, 2021. Die Argumente für eine große natürliche TFA-Quelle in den Ozeanen sind äußerst überzeugend, gut dokumentiert und wissenschaftlich untermauert [Positionspapier](#)

²⁹ Goorden Thomas (2023); [Die dunkle PFAS-Hypothese - Strategien der Täuschung](#)

³⁰ [Das Argument](#) der Industrie, dass große Mengen von TFA, die in der Umwelt (Süß- und Meeresoberflächenwasser, Regen und Luft) gemessen wurden, nicht durch die bekannten industriellen Quellen erklärt werden können, wird durch die einfache Tatsache widerlegt, dass die gemessenen TFA-Belastungen in Regen, Oberflächen- und Grundwasser sehr gut mit den geschätzten Umweltemissionen bekannter TFA-Vorläuferstoffe übereinstimmen (wie oben gezeigt). [Außerdem](#) ist TFA in Eiskern- und Grundwasserproben von vorindustriellem Süßwasser aus Grönland und Dänemark nicht nachweisbar, und es fehlt ein plausibler Mechanismus für die natürliche TFA-Bildung.

³¹ Nielsen et al, 2001. Trifluoracetat in altem Süßwasser. [Atmosphärische Umwelt 35:2799-2801](#)

³² Was dieses Narrativ so erfolgreich und langlebig macht, ist, dass, obwohl die bekannten Stoffströme und Abbaupfade von Chemikalien die gemessene Verschmutzung in globalen Gewässern gut erklären, die Widerlegung der Behauptung, dass Tiefseevulkane TFA produzieren, schwierig und mit erheblichem Aufwand verbunden, wenn nicht gar unmöglich ist. Daher kann die Industrie dieses Argument immer wieder ins Feld führen, um von den wahren Ursachen und Lösungen abzulenken - und das tut sie auch.

³³ Racz, L., 2023. Evaluation of Approaches for Assessing PFAS Mixtures, abgerufen von <https://policycommons.net/artifacts/4845526/evaluation-of-approaches-for-assessing-pfas-mixtures/5682240/>

³⁴ T. Colnot und W. Dekant, "Kommentar: Kumulative Risikobewertung von Perfluoralkylcarbonsäuren und Perfluoralkylsulfonsäuren: Welche wissenschaftliche Unterstützung gibt es für die Ableitung tolerierbarer Expositionen durch die Zusammenstellung von 27 PFAS in eine gemeinsame Bewertungsgruppe einordnen?" [Archives of Toxicology, Bd. 96, Nr. 11, S. 3127-3139, Nov. 2022](#)

TFA ist nicht nur ein wichtiges Ausgangsprodukt für die Herstellung vieler PFAS, sondern auch das terminale Abbauprodukt von schätzungsweise 2.000 PFAS. Dazu gehören zahlreiche kommerziell wichtige PFAS-Verbindungen wie F-Gase, pharmazeutische, biozide und pestizide Wirkstoffe.

Die Wissenschaftler, die an der Verbreitung der fragwürdigen Narrative beteiligt sind, haben oft eine lange Geschichte der Verteidigung von Industriechemikalien, die unter regulatorischem Druck stehen. Nicht selten haben sie dabei umstrittene Positionen eingenommen; etwa bei den von Monsanto organisierten und finanzierten Attacken auf die Einstufung von Glyphosat als wahrscheinlich krebserregend für den Menschen durch die WHO-Krebsforschungsgesellschaft IARC³⁵ sowie bei den Bemühungen, ein allgemeines EU-weites Verbot von hormonschädigenden Pestiziden zu verhindern.³⁶ Obwohl die Argumente oft substanzlos sind, erweisen sich die Aktivitäten oft als wirksam: Von der Industrie gesponserte Veröffentlichungen werden von den Regulierungsbehörden und manchmal sogar von angesehenen Wissenschaftler:innen für bare Münze genommen und finden ihren Weg sogar in IPCC-Berichte.³⁷

Wenn sich am Ende herausstellt, dass die Zusicherungen der Industrie falsch waren, sind es meist die Bürger:innen, die die Kosten tragen. Leider ist dies genau das Szenario, das sich mit TFA abzeichnen droht. Das Märchen von den harmlosen kurzkettigen PFAS wurde vor kurzem durch eine Studie erschüttert, die von der Industrie selbst in Auftrag gegeben wurde, um die Re-

produktionstoxizität von TFA zu untersuchen. In dieser [Studie](#) traten bei allen drei Dosisgruppen von Kaninchen, denen TFA verabreicht wurde, Augenfehlbildungen auf. Fehlbildungen, wie sie – wir erinnern uns - in den 1980er Jahren DuPont mit seinen C8-PFAS bei [Ratten](#) und [Menschen](#) beobachtet hat.

Man könnte fast den Eindruck gewinnen, dass es sich um ein Katz-und-Maus-Spiel zwischen einer Industrie, die die Grenzen des Erlaubten ausreizt, um ihre wirtschaftlichen Interessen zu verteidigen, und den Behörden handelt, denen manchmal die Mittel oder der Wille fehlen, die Industrie zur Verantwortung zu ziehen.

Deshalb sollten wir uns immer wieder vor Augen führen, dass es sich hier nicht um ein Spiel handelt. Die Folgen sind reales menschliches Leid, von dem Tausende oder sogar Millionen von Menschen betroffen sind, seit PFAS vor mehr als siebzig Jahren in unser Leben traten. Dazu gehören Kinder, die mit Missbildungen geboren werden, Krebs, Fettleibigkeit und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, um nur einige der am besten dokumentierten PFAS-assoziierten Krankheiten zu nennen.

Angeichts dieser fatalen Folgen wäre es wünschenswert, wenn Behörden und Gerichte die Strategien der Industrie, ungünstige Forschungsergebnisse zu unterdrücken und den öffentlichen Diskurs zu verzerren³⁸, um ihre Produkte zu "verteidigen", nicht als Kavaliersdelikte behandeln würden. Denn das sind sie bestimmt nicht.

³⁵ Burtscher H, Clausing P, Robinson C: Buying Science: Wie die Industrie strategisch vorging (und die Regulierungsbehörden zusammenarbeiteten), um das weltweit am häufigsten verwendete Herbizid vor dem Verbot zu retten. [GLOBAL 2000, März. 2017](#)

³⁶ Europäische Beobachtungsstelle für Unternehmen 2015: [Eine giftige Angelegenheit: Wie die Chemielobby Maßnahmen gegen hormonstörende Chemikalien blockierte.](#)

³⁷ Goorden Thomas (2023); [Die dunkle PFAS-Hypothese - Strategien der Täuschung](#)

³⁸ Gaber N, Bero L, Woodruff TJ. The Devil they Knew: Chemical Documents Analysis of Industry Influence on PFAS Science. [Ann Glob Health. 2023 Jun 1;89\(1\):37](#)

2.6 Gewässerschutz gerichtlich gestoppt

Im Februar 2022 veröffentlichte das Umweltbundesamt (UBA), das in Deutschland für die Bewertung von Umweltrisiken im Rahmen des Zulassungsverfahrens von Pestiziden zuständig ist, auf seiner Website einen Artikel mit dem Titel: *"Pestizidzulassungen hebeln Umweltschutz aus"*.

Dieser [Artikel](#), der mehr mediale Aufmerksamkeit verdient hätte, als er letztlich erhielt, beginnt mit folgenden Worten:

"Nach geltender Rechtslage bekommen in Deutschland Pestizidzulassungen, obwohl sie nach wissenschaftlichen Erkenntnissen der Umwelt schaden. Den deutschen Behörden ist es derzeit nicht möglich, die Umwelt effektiv vor schädlichen Pestiziden zu schützen. Das sollte europarechtlich neu geregelt werden."
(UBA, Feb. 2022)

Der Hintergrund dieser bemerkenswerten Aussage einer Behörde, die für die Zulassung von Pestizidprodukten mit zuständig ist, ist kurz und

bündig: Das UBA hat in einer intensiv landwirtschaftlich genutzten Region eine TFA-Belastung im Grundwasser erkannt, die den Grundwasserschwellenwert für „nicht relevante“ Metaboliten von 10.000 ng/l zu überschreiten droht oder bereits überschritten hat. Das Herbizid Flufenacet, von dem bekannt ist, dass es zu TFA abgebaut wird, wurde als bedeutende Quelle dieser Wasserkontaminaton identifiziert. Daher hat das UBA die jährliche Menge an flufenacethaltigen Pestiziden begrenzt.

Die Zulassungsinhaber fochten diese Entscheidung der Behörde jedoch rechtlich an und gewannen vor einem deutschen Gericht, das entschied, dass Deutschland sich an andere EU-Länder anpassen müsse, die keine Beschränkungen auf der Grundlage von Umweltdaten auferlegen (und TFA im Grundwasser nicht einmal analysieren). Infolgedessen wurden die vom UBA verhängten Beschränkungen für alle Pestizide, die Flufenacet enthalten, aufgehoben, so dass die Kontamination des deutschen Grundwassers mit TFA weiterhin möglich ist.



2.7 Schutz der Industrie statt der Gesundheit

PFAS sind ein Paradebeispiel für das, was man "bedauerliche Substitution" nennt. Bedauerliche Beispiele sind die extrem klimaschädlichen F-Gase, die die ozonschädigenden FCKW ablösten und dann durch weniger klimaschädliche F-Gase ersetzt wurden, die wiederum Trifluoracetat (TFA) vom Himmel regnen lassen, während in der Teflonindustrie hochgefährliche C8-Chemikalien durch hochgefährliche C6-Chemikalien ersetzt wurden. Diese Beispiele verdeutlichen, dass das PFAS-Problem nicht durch das Verbot einzelner Stoffe gelöst werden kann. Das von den Niederlanden, Deutschland, Dänemark, Norwegen und Schweden vorgeschlagene "Gruppenverbot" ist daher der einzig gangbare Weg, um die Umwelt und die öffentliche Gesundheit vor diesen extrem gefährlichen Stoffen zu schützen.

Leider hat sich in den letzten Monaten innerhalb der stärksten Fraktion im Europäischen Parlament, der Europäischen Volkspartei (EVP), Widerstand geregt. Deren umweltpolitische Sprecher [spricht sich](#) gegen ein "pauschales Verbot" von PFAS aus. Er behauptet, dass der Ansatz eines Gruppenverbots "zu weit gehen" würde,

zumal nicht alle Teilkomponenten von PFAS und alle Anwendungen gleichermaßen gesundheitsgefährdend sind.

Wie ernst es der EVP mit ihrem Widerstand gegen ein PFAS-Verbot ist, zeigte sich kürzlich, als ihr umweltpolitische Sprecher gegenüber Reportern [erklärte](#), dass seine Partei ein 90 %-Ziel für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2040 nur im Austausch für andere Zugeständnisse "in Erwägung ziehen" würde, wie z. B. die dauerhafte Aufgabe eines Verbots von PFAS-Chemikalien. Kürzlich sprach sich der umweltpolitische Sprecher der EVP auch in einem Brief an den Präsidenten der Europäischen Kommission gegen das vorgeschlagene PFAS-Verbot aus.



TFA in Wasser Testergebnisse

3.1 Ansatz der Studie

Ziel dieser Stichprobenstudie war es, einen Einblick in die TFA-Verschmutzung in europäischen Oberflächengewässern und im Grundwasser zu gewinnen. Die Partnerorganisationen des Pestizid-Aktions-Netzwerks (PAN) Europa wurden aufgefordert, Wasserproben aus Wasserläufen in ihren jeweiligen EU-Ländern für eine Stichprobenanalyse zu sammeln. PAN-Mitglieder aus den folgenden zehn EU-Ländern nahmen an dieser Umfrage teil, indem sie eine oder mehrere Wasserproben aus ihrem Land beisteuerten: Österreich (GLOBAL 2000), Belgien (Nature & Progrès), Bulgarien (Via Pontica Foundation), Frankreich (Generations Futures), Deutschland (PAN Germany und BUND), Luxemburg (Mouvement Ecologique), Niederlande (PAN Netherlands), Spanien (Ecologistas en Acción), und Schweden (Naturskyddsforeningen).

Die Projektpartner erhielten geeignete Probenahmegefäße (BITEFU, 50-ml-Zentrifugenröhrchen für die Laborchemie) und eine Anleitung für die Probenahme per Post. Die Probenahme fand im April 2024 statt. Insgesamt wurden 23 Oberflächenwasserproben und 6 Grundwasserproben entnommen und zur Analyse an das [Technologiezentrum Wasser](#) in Karlsruhe geschickt!

Bei allen 29 Wasserproben wurden Einzelanalysen auf TFA durchgeführt. Zusätzlich wurden drei Mischproben vorbereitet, die neben TFA auf 23 weitere PFAS³⁹ analysiert wurden. Zu die-

sem Zweck wurden die 6 Grundwasserproben zu gleichen Teilen gemischt, um die "Grundwassermischprobe" zu bilden. Aliquote der zehn österreichischen Flussproben wurden zur "Österreichischen Mischprobe" zusammengefasst, und entsprechende Aliquote der übrigen 13 Oberflächenwasserproben wurden zur "Europäischen Mischprobe" zusammengefasst.

Der Grund für die Wahl eines Ansatzes, bei dem eine Einzelbestimmung nur für TFA durchgeführt wurde, während der größere Satz von 24 PFAS als durchschnittliche Kontamination durch die Analyse von Mischproben bestimmt wurde, liegt in dem besonderen Schwerpunkt dieser Studie auf der Untersuchung der TFA-Kontamination in europäischen Gewässern. TFA ist ein PFAS, das in den Wasseranalysen vieler Mitgliedsstaaten weit weniger Beachtung findet als andere PFAS, die in der EU-Trinkwasserrichtlinie (kumulativer Grenzwert für 20 PFAS) oder der EU-Wasserrahmenrichtlinie (PFOS als prioritärer Stoff) aufgeführt sind.

Die Analyse wurde mittels HPLC-MS-MS durchgeführt. Die jeweiligen Bestimmungsgrenzen waren 50 ng/l für Trifluoacetat (TFA), 1 ng/l für die 20 in der EU-Trinkwasserrichtlinie geregelten PFAS, 2 ng/l für Perfluorpropionsäure (PFPrA), 1 ng/l für Perfluorpropansulfonsäure (PFPrS) und 50 ng/l für Perfluorethansulfonsäure (PFES).

³⁹ Die Mischproben wurden auf die ultrakurzkettigen PFAS, Trifluoacetat (TFA), Perfluorethansulfonsäure (PFES), Perfluorpropionsäure (PFPrA) und Perfluorpropansulfonsäure (PFPrS) sowie auf die 20 PFAS untersucht, die in der EU-Trinkwasserrichtlinie als Summe der PFAS[»] geregelt sind: Perfluorbutansäure (PFBA), Perfluorpentansäure (PFPA), Perfluorhexansäure (PFHxA), Perfluorheptansäure (PFHpA), Perfluoroctansäure (PFOA), Perfluorononansäure (PFNA), Perfluordecansäure (PFDA), Perfluorundecansäure (PFUnDA), Perfluordodecansäure (PFDoDA), Perfluortridecansäure (PFTrDA), Perfluorbutansulfonsäure (PFBS), Perfluorpentansulfonsäure (PFPS), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS), Perfluoroctansulfonsäure (PFOS), Perfluorononansulfonsäure (PFNS), Perfluordecansulfonsäure (PFDS), Perfluorundecansulfonsäure, Perfluorododecansulfonsäure, Perfluortridecansulfonsäure

3.2 Individuelle Bestimmung von TFA

Die Untersuchung ergab, dass TFA in allen Wasserproben vorhanden war, wobei die Konzentrationen zwischen 370 ng/l und 3.300 ng/l lagen. Die durchschnittliche TFA-Konzentration über alle Proben hinweg betrug 1.180 ng/l. Im Oberflächenwasser war die durchschnittliche Konzentration mit 1.220 ng/l etwas höher als in den Grundwasserproben, wo sie 1.025 ng/l betrug. Einzelheiten sind den Abbildungen 3 und 4 zu entnehmen.

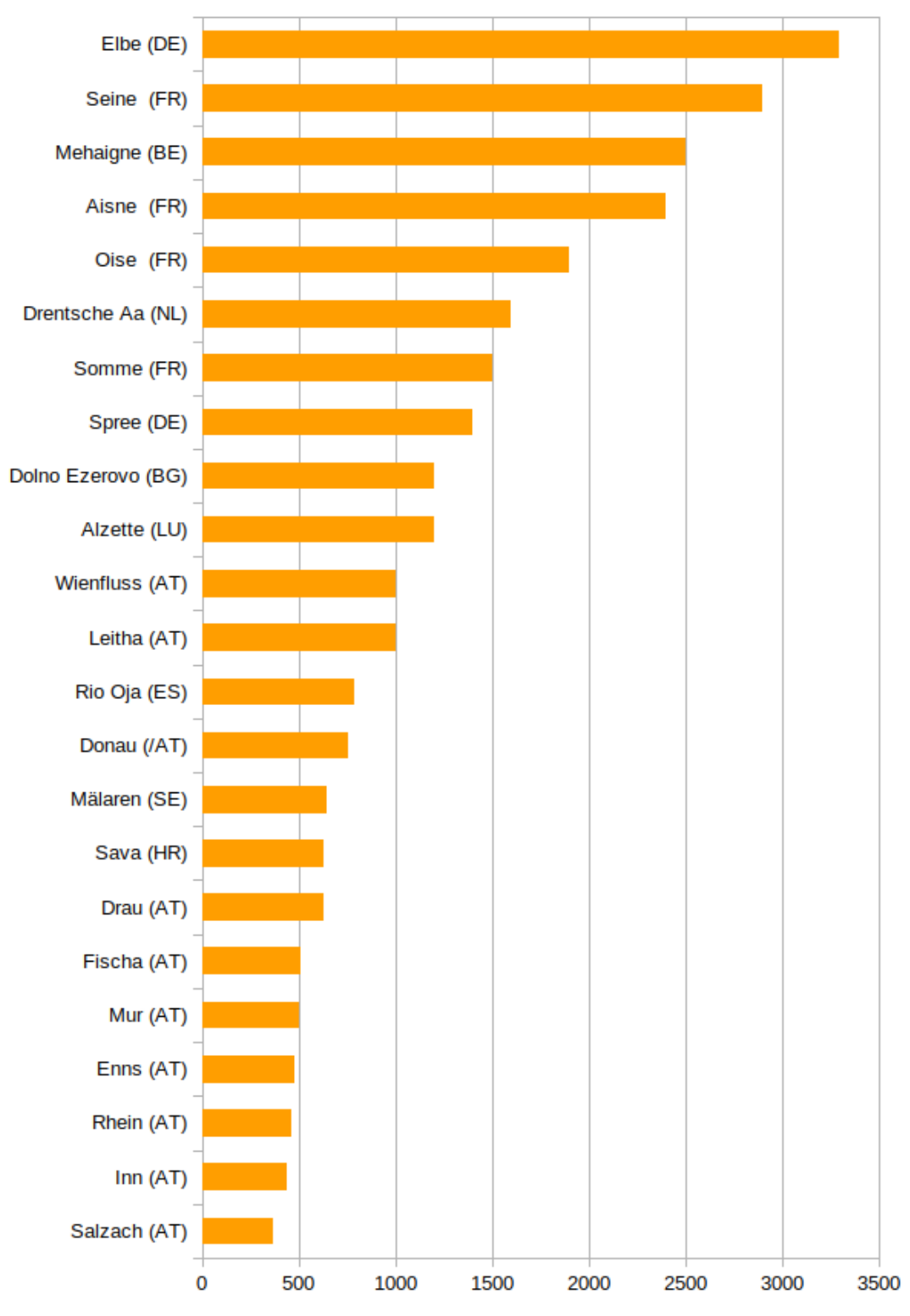


Abbildung 3. TFA-Frachten in 23 europäischen Oberflächenwasserproben

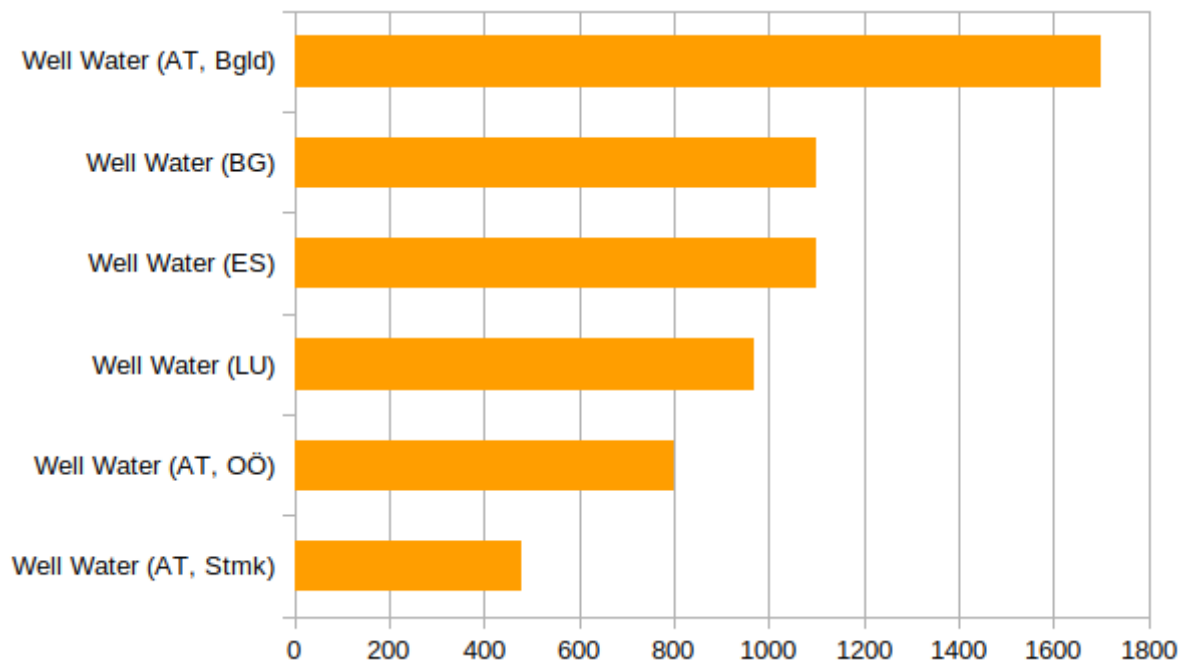


Abbildung 4. TFA-Frachten in 6 europäischen Grundwasserproben

3.3 Multi-PFAS-Bestimmung in Mischproben

Um das Verständnis der TFA-Kontamination zu verbessern, wurden neben den Einzelanalysen auch drei Mischproben hergestellt. Diese Mischproben mit den Bezeichnungen "Mischprobe Grundwasser" (Abbildung 5), "Mischprobe Europa" (Abbildung 6) und "Mischprobe Österreich" (Abbildung 7) wurden auf TFA analysiert und zusätzlich auf jene 20 PFAS untersucht, die in der EU-Trinkwasserrichtlinie geregelt sind. Zusätzlich zu diesen 20 PFAS wurden in der "Mischprobe Grundwasser" und der "Mischprobe Europa" drei weitere PFAS mit Ultrakurzketten, Perfluor-

rethansulfonsäure (PFES), Perfluorpropionsäure (PFPrA) und Perfluorpropansulfonsäure (PFPrS) analysiert.

Das auffällige Ergebnis dieses Vergleichs ist, dass die durchschnittliche TFA-Belastung⁴⁰ etwa 99 % der gesamten PFAS-Kontamination ausmacht, wenn man die 20 PFAS einbezieht, die in der Trinkwasserrichtlinie geregelt sind (und zusätzlich 3 kurzkettenige PFAS, wie wir es mit der "Mischprobe Grundwasser" und der "Mischprobe Europa" getan haben).

⁴⁰ Es wurde der direkt in der Mischprobe ermittelte Wert herangezogen.

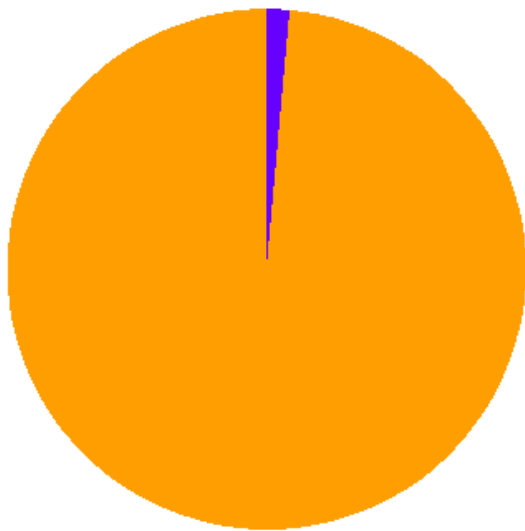


Abbildung 5. 'Mischprobe Grundwasser':
Vergleich der mittleren Kontamination durch die Summe von 23 PFAS (**violett**) mit der mittleren Kontamination durch TFA (**orange**) in 6 Grundwasserproben

In der Mischprobe aus 6 Grundwasserquellen wurden 10 ng/l Perfluorpropionsäure (PFPrA), 3,6 ng/l Perfluorbutansäure (PFBA), 1,3 ng/l Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) und 1.800 ng/l

TFA nachgewiesen. 99,1 % der gesamten PFAS-Kontamination, die in dieser Probe nachgewiesen wurde, stammt von TFA.



Abbildung 6. "Mischprobe Europa":
Vergleich der mittleren Kontamination durch die Summe von 23 PFAS (**violett**) mit der mittleren Kontamination durch TFA (**orange**) in 13 europäischen Oberflächengewässern 'Sammelprobe Europa'.

In der Mischprobe aus 13 europäischen Oberflächengewässern wurden 11 ng/l Perfluorpropionsäure (PFPrA), 2,2 ng/l Perfluorobutansäure (PFBA), 1,5 ng/l Perfluorpentansäure (PFPA), 1,5 ng/l Perfluorhexansäure (PFHxA), 1,0 ng/l Perflu-

orbutansulfonsäure (PFBS), 1,5 ng/l Perfluoroc-tansulfonsäure (PFOS) und 2.100 ng/l TFA. 99,1 % der gesamten PFAS-Kontamination, die in dieser Probe nachgewiesen wurde, stammt von TFA.

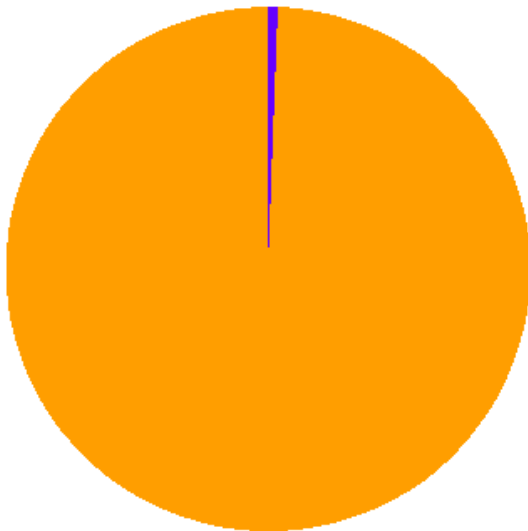


Abbildung 7. "Mischprobe Österreich": Vergleich der mittleren Verunreinigung durch die Summe der 20 PFAS (violett) mit der mittleren Verunreinigung durch TFA (orange) in 10 österreichischen Oberflächengewässern

In der Mischprobe aus 10 österreichischen Oberflächengewässern wurden 1,1 ng/l Perfluorooctansäure (PFOA), 1,1 ng/l Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), 1,2 ng/l Perfluorobutansäure

(PFBA) und 650 ng/l TFA nachgewiesen. 99,5 % der gesamten PFAS-Kontamination, die in dieser Probe nachgewiesen wurde, stammt von TFA.



Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Unsere Untersuchungsergebnisse zeigen, dass sich das "PFAS-Problem", das vor zwei Jahrzehnten durch den [Dark Waters-Skandal](#) erstmals ins Blickfeld einer breiteren Öffentlichkeit geriet und seitdem in erster Linie als Problem hochgradig kontaminierter, aber lokal begrenzter Kontaminations-Hotspots verstanden wurde, inzwischen zu einem noch größeren Problem entwickelt hat. Es hat alle Gewässer in Europa erfasst. Die durchschnittliche Belastung der europäischen Gewässer durch das C2-PFAS Trifluoressigsäure liegt in einer Größenordnung, die an die Konzentrationen erinnert, die im Rahmen des [Forever Pollution Project](#) an zahllosen Hotspots mit C6 und C8-PFAS festgestellt wurden.

Die europäischen Rechtsvorschriften zu Pesticiden und Wasser hätten sowohl die Instrumente zum Schutz des Wassers vor Schadstoffen enthalten als auch die klare Verpflichtung der Regierungen, diesen Schutz zu gewährleisten. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die politisch Verantwortlichen dieser wichtigen Verpflichtung nicht nachgekommen sind. Das Ergebnis dieses kollektiven Versagens ist die größte bekannte europaweite Wasserverschmutzung durch eine menschengemachte Chemikalie. Ein schmutziges Erbe, das an künftige Generationen weitergegeben wird. Dies ist an sich schon ein höchst unangenehmes und beunruhigendes Ergebnis.

Hinzu kommt die Gewissheit, dass die Verschmutzung mit jedem Tag zunehmen wird, wenn nicht entschiedene Maßnahmen ergriffen werden, um die TFA-Belastung einzudämmen - in erster Linie durch ein rasches Verbot von PFAS-Pesticiden und F-Gasen. Jüngsten Modellrechnungen des deutschen Umweltbundesamtes zufolge sind Pes-

tizide die Hauptquelle der TFA-Belastung in ländlichen Gebieten. Dies dürfte für einen relevanten Teil der europäischen Landfläche und die dortigen Oberflächen- und Grundwasserkörper gleichermaßen zutreffen. Aus globaler Sicht dürften F-Gase aus Kühlmitteln ein noch höheres Verschmutzungspotenzial haben.

Abgesehen davon, dass jede Verunreinigung von Oberflächen- und Grundwasser durch Schadstoffe (insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Nutzung als Trinkwasser) unerwünscht ist und gesetzlich verhindert werden muss, kommen im Falle einer Kontamination mit TFA drei weitere erschwerende Faktoren hinzu.

Erstens ist TFA der Inbegriff einer persistenten Chemikalie. Bis heute gibt es keine Hinweise darauf, dass dieser Stoff in der Umwelt in irgendeiner Form abgebaut wird. Zweitens kann TFA mit keinem der etablierten⁴¹ Trinkwasseraufbereitungsverfahren aus dem Wasser entfernt werden. Drittens ist TFA ein PFAS, dessen toxikologisches Profil noch viele Fragen offen lässt.

Leider hat eine kürzlich von der Industrie durchgeführte Studie zu TFA, in der Missbildungen bei Kaninchen nachwuchs festgestellt wurden⁴², die Befürchtung aufkommen lassen, dass die Behauptung, kurzkettige PFAS seien harmlos, sich bei TFA als falsch herausstellen könnten.

Von den mehr als 10.000 Chemikalien, die unter die OECD-Definition von PFAS fallen, sind 2.000 wahrscheinlich Vorläufer von TFA. Dies bedeutet, dass es andere relevante Eintragspfade für TFA gibt, die wir noch nicht kennen. Und es zeigt, wie notwendig und richtig der von der EU gewählte Ansatz eines Gruppenverbots für alle PFAS ist.

⁴¹ Die einzige Technologie, mit der TFA aus dem Wasser entfernt werden kann, ist die Umkehrosmose. Die Anwendung dieser Methode erfordert jedoch erhebliches technisches Fachwissen, einen hohen Energie- und Wasserverbrauch und kann die mineralische Zusammensetzung des Wassers verändern. Außerdem kann die Vergrößerung von Umkehrosmoseanlagen eine Herausforderung darstellen.

⁴² <https://echa.europa.eu/fr/registration-dossier/-/registered-dossier/5203/7/9/3/?documentUUID=bbe1c0df-91db-4cef-a965-89ded98a88c8>

Summary and Conclusion

Wir müssen nicht die Toxizität jeder einzelnen der mehr als 10.000 PFAS-Chemikalien nachweisen. Allein ihre ultimative Langlebigkeit reicht aus, um ein generelles Verbot zu rechtfertigen. Allein im Jahr 2020 wurden 75.000 Tonnen dieser Stoffe in die Umwelt emittiert⁴³, aus der sie oder ihre Abbauprodukte nicht mehr entfernt werden können und ein giftiges Erbe für zukünftige Generationen hinterlassen. Dies ist gleichermaßen unverantwortlich wie selbstzerstörerisch. Die Dringlichkeit des Handelns wird noch dadurch unterstrichen, dass die wenigen PFAS, die intensiver erforscht wurden, sich alle als sehr giftig erwiesen haben. Sie weisen reproduktionstoxische, krebserregende, immun- und endokrinschädigende Eigenschaften auf. Diese schädlichen Wirkungen können schon bei sehr geringen Konzentrationen auftreten. Tausende von Menschen sind bereits infolge des Kontakts mit diesen Stoffen erkrankt oder gestorben.^{44, 45}

Aus all diesen Gründen sind politische Interventionen, die darauf abzielen, das geplante Verbot von PFAS-Gruppen zum Scheitern zu bringen, wie sie von der größten Fraktion im Europäischen Parlament in den letzten Monaten unternommen wurden, unverständlich und verwerflich.

Um das Umweltproblem der TFA-Kontamination in den Griff zu bekommen, brauchen wir ein Maßnahmenpaket, das schnell und entschlossen umgesetzt werden muss:

- Verbot aller Pestizide, die unter die OECD-Definition von PFAS im Rahmen der EU-Pestizidverordnung fallen, durch:
 - Betrachtung der Persistenz eines synthetischen Wirkstoffs oder seiner Metaboliten als inakzeptable Auswirkung auf die Umwelt in Anbetracht seiner inhärenten toxischen Eigenschaften und des kumulativen Charakters der PFAS-Verschmutzung.

- Überarbeitung von Anhang II der Pestizidverordnung, um persistente, mobile und toxische (PMT) und sehr persistente und sehr mobile (vPvM) Wirkstoffe zu verbieten.

- Umsetzung der allgemeinen PFAS-Beschränkung im Rahmen von REACH,
- Einstufung von TFA als prioritärer gefährlicher Stoff gemäß der Wasserrahmenrichtlinie,
- Festlegung von Umweltqualitätsstandards und EU-weiten Überwachungspflichten für TFA in Gewässern.

Ausgangspunkt dieser Untersuchung war die Frage, ob und in welchen Konzentrationen TFA als persistentes terminales Abbauprodukt der meisten PFAS-Pestizide in der Umwelt zu finden ist. Die Antworten, die wir erhalten haben, waren höchst beunruhigend und werfen neue Fragen auf. Eine davon ist, was diese Ergebnisse für die Qualität unseres Trinkwassers bedeuten. Deshalb haben wir damit begonnen, Trinkwasserproben (Leitungswasser und Flaschenwasser) aus verschiedenen europäischen Ländern zu sammeln, die auf TFA und andere PFAS untersucht werden sollen. Die Ergebnisse werden vorgestellt, sobald sie vorliegen.

Nicht zuletzt appellieren wir an alle Politiker:innen - insbesondere an die Fraktionen, die sich bisher gegen das PFAS-Gruppenverbot ausgesprochen haben -, angesichts dieser ernststen Bedrohung unserer Wasserressourcen eine verantwortungsvolle Position einzunehmen, die den Schutz von Gesundheit und Umwelt über kurzfristige wirtschaftliche Interessen stellt. Unterstützen Sie alle Maßnahmen, die notwendig sind, um unser Wasser zu schützen und es für die Zukunft zu sichern!

⁴³ Diese Abbildung wurde von deutschen und niederländischen Experten bei der Vorstellung des Vorschlags für die Beschränkung präsentiert: <https://www.youtube.com/watch?v=CXAZ3ath3To> (9 min 50 sec)

⁴⁴ Biggeri, A., Stoppa, G., Facciolo, L. et al. Gesamt-, Herz-Kreislauf- und Krebssterblichkeit in der Bevölkerung eines großen italienischen Gebiets, das mit Perfluoralkyl- und Polyfluoralkyl-Stoffen kontaminiert ist (1980-2018). [Umwelt und Gesundheit 23, 42 \(2024\)](#)

⁴⁵ Nicole W. PFOA and cancer in a highly exposed community: new findings from the C8 science panel. [Environ Health Perspect. 2013 Nov-Dec;121\(11-12\)](#)

TFA in Wasser

Schmutziges PFAS-Erbe unter dem Radar



Contact:

GLOBAL 2000 - Friends of the Earth Austria

Neustiftgasse 36, A-1070 Wien, Austria

www.global2000.at

DI Dr. Helmut Burtscher-Schaden: helmut.burtscher@global2000.at

Tel. +43 699 14 2000 34

Pesticide Action Network Europe (PAN Europe)

Rue de la Pacification 67, 1000, Brussels, Belgium

www.pan-europe.info

Salomé Roynel, Policy Officer: salome@pan-europe.info

Dr Angeliki Lysimachou, Head of Science and Policy: angeliki@pan-europe.info

Tel. +32 2 318 62 55

Générations Futures

179 rue Lafayette 75010 Paris

www.generations-futures.fr

Pauline Cervan, Toxicologist and project leader: pauline@generations-futures.fr



The contents of this publication are the sole responsibility of PAN Europe and do not necessarily reflect the opinion of the European Union.