PFAS-Pestizide: Bedrohung für Gesundheit und Umwelt

Ewigkeitsgifte in unserer Nahrungskette

Dr. Helmut Burtscher-Schaden und Dr. Peter Clausing

DIE GRÜNEN/EFA im Europäischen Parlament

Im Auftrag von Martin Häusling, MdEP

MARTIN HÄUSLING
Mitglied des Europäischen Parlaments

Impressum

HERAUSGEBER

Martin Häusling MdEP
Rue Wiertz 60
B-1047 Brüssel

Tel: 030-227-70020
martin.haeusling@europarl.europa.eu

GESTALTUNG

Zitrusblau GmbH
www.zitrusblau.de

BEZUG DIESER PUBLIKATION

presse@martin-haeusling.eu

AUTOREN

Dr. Helmut Burtscher-Schaden
Dr. Peter Clausing

LEKTORAT

Dr. Andrea Beste, Büro für Bodenschutz & Ökologische Agrarkultur
Büro Martin Häusling:
Lena Wietheger
Maria-Therese Eiblmeier

STAND

Oktober 2025

TITELBILD

Zitrusblau GmbH
www.zitrusblau.de

Hinweis: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet.

Dieses Dokument ist für die Online-Ansicht optimiert.
Bitte denken Sie an die Umwelt, bevor Sie es ausdrucken.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort
Martin Häusling MdEP 5

Zusammenfassung 6

1. TFA, eine Ewigkeitschemikalie rückt ins Rampenlicht 8

1.1 PLANETARE BELASTUNGSGRENZEN BEDROHT 8

1.2 WAS IST TFA – WAS SIND PFAS? 9

1.3 VON DER WUNDERCHEMIKALIE ZUR GESUNDHEITSGEFAHR 9

1.4 DER MYTHOS VON HARMLOSEN KURZKETTEN 10

2. Woher kommt die hohe TFA-Belastung? 13

2.1 PFAS-PESTIZIDE ALS HAUPTQUELLE FÜR TFA IM GRUNDWASSER 14

2.2 DESINFORMATION STATT VERANTWORTUNG 17

3. Starke Gesetze – schwache Umsetzung 18

3.1 RECHTLICHE GRUNDLAGEN 18

3.1.1 Schutzziel menschliche Gesundheit 20

3.1.2 Schutzziel Grundwasser gesetzlich geregelt, und dann? 20

3.1.3 Schutzziel Umwelt gesetzlich geregelt, aber...? 22

3.2 DIE VERANTWORTUNG DER MITGLIEDSTAATEN 22

3.2.1 Deutschland: Der verhinderte Vorreiter 23

3.2.1.1 TFA-Alarm im Neckar 24

3.2.1.2 Wie ein deutsches Gericht den Schutz des Wassers untergräbt 25

3.2.1.3 Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: zaghaft 26

3.2.2 Dänemark: Erste nationale Verbote 26

3.3. DIE EU-KOMMISSION IN DER VERANTWORTUNG 28

4. TFA und die Gesundheit: die Zeit drängt 29

4.1 VON PFOA ZU TFA – LEHREN AUS DER GESCHICHTE DER PFAS-RISIKOBEWERTUNG 29

4.2 EFSA - VIEL VERTRAUEN, WENIG KONTROLLE 30

4.2.1 Flurtamon: 1998 - 2018 30

4.2.2 Fluazinam: 2008 bis heute 31

4.2.3 Fluometuron: 2010 bis heute 32
4.2.4 Erstmalige Risikobewertung von TFA durch EFSA im Jahr 2014 34
4.2.5 Wie viel TFA verträgt der Mensch? 35

4.3 STÄRKEN UND SCHWÄCHEN DER DEUTSCHEN RISIKOBEWERTUNG 37

4.4 DER INNOVATIVE ANSATZ DER NIEDERLÄNDISCHEN BEHÖRDE UND SEINE BERÜCKSICHTIGUNG IN BELGIEN 38

4.5 DIE EFSA WIEDERHOLT ALTE FEHLER UND MACHT NEUE 39

4.6 DIE GEFAHRENBEWERTUNG VON TFA – EIN WICHTIGER ASPEKT 41

4.7 KONSEQUENZEN AUS RISIKO- UND GEFAHRENBEWERTUNG 42

5. Daten zur TFA-Belastung 44

5.1 ZEITLICHE ENTWICKLUNG DER TFA-BELASTUNG 44
5.1.1 Hinweise auf zunehmende Verwendung von PFAS-Pestiziden 44
5.1.2 Steigende TFA-Belastung in landwirtschaftlichen Erzeugnissen 45

5.2 TFA IN OBERFLÄCHEN-, GRUND- UND TRINKWASSER 46
5.2.1 Trinkwasser-Untersuchungen in Belgien 48
5.2.2 Grundwasser-Untersuchungen in Deutschland 49

5.3 TFA IN PFLANZEN UND PFLANZLICHEN ERZEUGNISSEN 50
5.3.1 Untersuchungen von pflanzlichen Lebensmitteln im Auftrag der EU Kommission 50
5.3.2 TFA-Belastung von Getreide – mögliches Risiko für die Gesundheit 51

5.4 TFA IM BLUT 53

6. PFAS-Pestizide in der Landwirtschaft 54

6.1 GENEHMIGTE PFAS-WIRKSTOFFE IN DER EU UND DEUTSCHLAND 55

6.2 ZUGELASSENE PFAS-PESTIZIDPRODUKTE IN DEUTSCHLAND 58

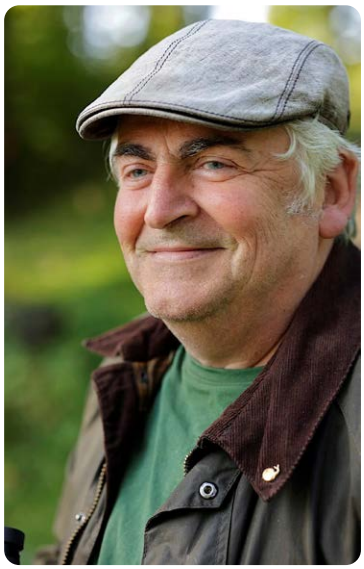
7. Fazit und Forderungen 61

Danksagung 64

Zu den Autoren 64

Endnoten 65

Vorwort



Stellen Sie sich vor: Schädliche Chemikalien, die, einmal in die Umwelt gelangt, nie wieder verschwinden. Sie reichern sich im Boden, im Wasser, in Tieren und schließlich auch in uns Menschen an – unbemerkt, unsichtbar, aber mit langfristigen Folgen. Genau das geschieht mit den sogenannten PFAS, einer großen Gruppe von Industriechemikalien, die auch als „Ewigkeitschemikalien" oder „Ewigkeitsgifte" bezeichnet werden.

Lange Zeit war vor allem von beschichteten Pfannen, Outdoor-Jacken oder Löschschaum die Rede, wenn es um PFAS ging. Heute wissen wir jedoch: Das Problem ist noch größer. Neue Forschungsergebnisse zeigen, dass auch in der Landwirtschaft eine erhebliche Belastungsquelle liegt. Bestimmte Pestizide enthalten PFAS-Verbindungen, darunter Trifluoressigsäure (TFA), die besonders langlebig ist. Mit jedem Einsatz gelangen diese Stoffe großflächig in unsere Umwelt, wo sie sich dauerhaft anreichern und schließlich in unsere Nahrungskette übergehen.

Die Folgen sind vielschichtig: PFAS können das Hormonsystem beeinträchtigen, das Krebsrisiko erhöhen und das Immunsystem schwächen. Gleichzeitig geraten Ökosysteme durch die ständige Belastung zunehmend unter Druck. Besonders kritisch ist dabei die Kombination aus Allgegenwärtigkeit und Beständigkeit – jede Ausbringung von PFAS-haltigen Pestiziden bedeutet eine dauerhafte Belastung für kommende Generationen.

Für die Europäische Union entsteht daraus eine besondere Verantwortung. Sie hat sich im Rahmen des Green Deal und der „Zero Pollution"-Strategie ambitionierte Ziele gesetzt, um Umwelt und Gesundheit zu schützen. Der Umgang mit PFAS in Pestiziden ist dabei ein zentraler Prüfstein: Bislang ist gemessen an der Dramatik des Ausmaßes viel zu wenig an verbindlicher Regulierung passiert.

Die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA muss endlich ihrem Auftrag gerecht werden, unabhängig und im Sinne der Verbraucher:innen zu handeln – und darf sich nicht länger als Sprachrohr der Industrie gebären.

Diese Publikation möchte dazu beitragen, die Problematik sichtbar zu machen. Sie fasst die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu PFAS-Pestiziden zusammen, zeigt Risiken für Umwelt und Verbraucher:innen auf und präsentiert konkrete politische Handlungsoptionen. Unser Ziel ist es, die Debatte zu öffnen – über Fachkreise hinaus – und die Dringlichkeit klar zu machen, jetzt auf europäischer Ebene zu handeln.

Die Regulierung von PFAS in Pestiziden ist kein Randthema. Sie betrifft unsere Lebensmittel, unsere Gesundheit und unsere Umwelt unmittelbar. Deshalb laden wir Politik, Wissenschaft, Zivilgesellschaft und Wirtschaft ein, die vorliegenden Erkenntnisse als Anstoß für entschiedenes Handeln zu verstehen. Gemeinsam müssen wir den „Ewigkeitsgiften" Einhalt gebieten – damit Gesundheit und Umwelt auch für zukünftige Generationen geschützt bleiben.

Martin Häusling

Zusammenfassung

Ob in arktischem Eis, alpinen Bergseen oder direkt aus dem Wasserhahn – überall auf der Welt findet sich heute eine industriell erzeugte Chemikalie: Trifluoressigsäure (TFA). Sie gehört zur Gruppe der PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen), ist hochmobil, extrem langlebig und kann in der Umwelt nicht mehr abgebaut werden. Mit großem Abstand häufiger nachgewiesen als jedes andere PFAS, bedroht TFA inzwischen die Grundlage unserer Trinkwasserversorgung und Nahrungsmittelproduktion - und wird zusehends zu einer Bedrohung für die planetaren Belastungsgrenzen.

Dass TFA über Jahrzehnte unbeachtet in den Wasserkreislauf gelangen konnte, ist kein Zufall. Industrie und Behörden trugen durch Verharmlosung und Wegschauen dazu bei. Besonders bedeutsam sind PFAS-Pestizide: Rund 15 % der in der EU zugelassenen chemisch-synthetischen Pestizidwirkstoffe besitzen eine Struktur, die beim Abbau TFA freisetzt. Modellierungen des Umweltbundesamts (UBA) und Untersuchungen in Österreich zeigen übereinstimmend: In landwirtschaftlich genutzten Regionen sind PFAS-Pestizide der dominierende Eintragspfad von TFA ins Grundwasser – deutlich vor den Belastungen aus Niederschlägen.

Die Folgen sind heute messbar: steigende Konzentrationen in Grund- und Trinkwasser, in Wein sowie Getreide und anderen Lebensmitteln. Auch im menschlichen Blut ist TFA bereits angekommen. Besonders alarmierend: Eine von der Industrie selbst durchgeführte Studie im Rahmen der Europäischen Chemikalien-Regulierung ergab schon vor Jahren, dass TFA die vorgeburtliche Entwicklung schädigen und die Fruchtbarkeit gefährden kann. Damit erfüllt TFA die in der EU-Pestizidverordnung definierten Kriterien für ein „gesundheitlich relevantes Pestizidabbauprodukt" – mit weitreichenden Konsequenzen für die Zulassungspraxis.

Nach EU-Recht dürfen Pestizide, die Wasser und Lebensmittel mit einem fortpflanzungsgefährdenden Abbauprodukt belasten, nicht länger zugelassen werden. Auch der Europäische Gerichtshof hat bestätigt: Mitgliedstaaten und EU-Kommission sind verpflichtet, Zulassungen zu widerrufen, sobald neue wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass ein Wirkstoff nicht sicher ist. Dennoch handelt die EU-Kommission, die dafür zuständig ist, zögerlich: Sie hat bisher nur für zwei von 33 PFAS-Pestiziden ein Verbot vorgeschlagen. Dänemark hat jedoch 2025 konsequent gehandelt und 23 Mittel vom Markt genommen – ein Schritt, dem nun andere Mitgliedstaaten folgen müssten.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), die bei der Bewertung der Risiken von TFA und PFAS-Pestiziden eine entscheidende Rolle spielt, hat in mehreren Fällen Entscheidungen getroffen, die den Positionen der Industrie auffallend nahekommen und Fragen nach der wissenschaftlichen Unabhängigkeit sowie nach der konsequenten Anwendung des Vorsorgeprinzips aufwerfen. Anstatt die Risiken eigenständig und nach geltenden Kriterien zu prüfen, übernahm sie in entscheidenden Punkten die Argumentationslinien der Industrie. Zuletzt äußerte sich diese mangelnde wissenschaftliche Sorgfalt im von ihr vorgeschlagenen neuen ADI-Wert *(Acceptable Daily Intake)* für TFA: Obwohl die einzige für die Ableitung dieses zentralen gesundheitlichen Richtwerts verfügbare Langzeitstudie bei Laborratten deutliche Hinweise auf Leberschädigung zeigt – Effekte, die auch von verschiedenen nationalen Behörden als bedeutsam betrachtet werden –, folgt die Behörde bei der Festlegung des ADI den Argumenten eines Pestizidherstellers und erklärt diese Effekte für marginal. Das Ergebnis ist ein Richtwert, der die gesundheitlichen Risiken unterschätzt und Verbraucher:innen einer nicht akzeptablen Gefahr aussetzt.

Deutschland spielt eine ambivalente Rolle: wegweisende Forschung über die Gefährlichkeit durch das Umweltbundesamt, erste Einschränkungen von PFAS-Pestiziden ab 2018 – gleichzeitig aber Blockaden durch Gerichtsentscheidungen und ein zögerliches Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Damit bleibt die dringend notwendige Trendumkehr bislang aus.

Die Konsequenzen sind klar: Ohne ein schnelles Ende der PFAS-Pestizide wird die bereits heute flächendeckende und beispiellose TFA-Belastung unserer Wasserressourcen künftige Generationen vor noch größere Probleme stellen. Viele Landwirt:innen sind sich nicht bewusst, dass die von ihnen eingesetzten Pflanzenschutzmittel „Ewigkeitschemikalien" enthalten, die ihre eigenen Produktionsgrundlagen dauerhaft kontaminieren.

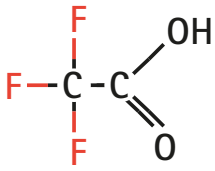
Der Bericht schließt deshalb mit einer Übersicht zu Pestiziden, die PFAS-frei sind im Vergleich zu solchen, die PFAS-Wirkstoffe enthalten, und weist auf den biologischen Anbau als zukunftsfähige Alternative hin, der ohne PFAS-Pestizide auskommt und natürliche Kreisläufe bewahrt.

Fazit:
TFA ist kein Randproblem, sondern ein wachsendes globales Risiko für Umwelt und Gesundheit. Es verlangt entschlossenes Handeln auf europäischer und nationaler Ebene, denn die Alternativen existieren. Jedes weitere Zögern verschärft die irreversible Belastung unseres Wassers – und mindert die Chancen, den Schaden noch einzudämmen.

1. TFA, eine Ewigkeitschemikalie rückt ins Rampenlicht

Wasser ist Leben. Und sauberes Wasser – ein Menschenrecht. In Europa ist es für viele selbstverständlich, den Wasserhahn aufzudrehen und ohne Bedenken zu trinken. Doch ist unser Wasser tatsächlich so sauber und frei von Schadstoffen, wie wir glauben?

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse lassen daran zunehmend Zweifel aufkommen. Im Mai 2024 warnten führende Umweltwissenschaftler der britischen Tageszeitung The Guardian in ungewohnt deutlichen Worten vor einem rasanten Anstieg der Belastung unserer Wasserressourcen und unseres Trinkwassers mit der sogenannten „Ewigkeitschemikalie" TFA (*Trifluoroacetic Acid*, deutsch: Trifluoressigsäure).[1]



„Wer Wasser trinkt, nimmt zwangsläufig auch viel TFA auf – ganz gleich, wo auf der Welt man sich befindet", erklärte David Behringer, der im Auftrag der deutschen Bundesregierung TFA im Regenwasser analysiert hat, in besagtem Guardian-Artikel. Es gebe keine Studie, in der die TFA-Werte nicht zugenommen hätten. In China hätten sich die TFA-Konzentrationen in Oberflächengewässern innerhalb eines Jahrzehnts versiebzehnfacht, in den USA über einen Zeitraum von 23 Jahren versechsfacht, und in Deutschland habe sich die TFA-Konzentration im Regenwasser innerhalb von 20 Jahren verfünffacht.

Auch Hans Peter Arp, Professor an der Technisch-Naturwissenschaftlichen Universität Norwegens (NTNU), äußerte sich ähnlich. Der international anerkannte Umweltchemiker und TFA-Forscher sagte dem Guardian, er kenne keine andere Chemikalie, die sich in so kurzer Zeit in so vielen Umweltkompartimenten in so hohem Maß angereichert habe. TFA finde sich nicht nur im Grundwasser, in Flüssen und Ozeanen, sondern zunehmend auch in Pflanzen – und damit in unserer Nahrung. In der Folge steige auch die TFA-Konzentration in unserem Blut kontinuierlich an. Die Anreicherung sei im Grunde unumkehrbar.

Im Oktober desselben Jahres bekräftigte Arp seine Warnung gemeinsam mit führenden Umweltforscher:innen in einer wissenschaftlichen Publikation[2]. Darin kommen die Autor:innen zu dem Schluss, dass die zunehmende Festsetzung von TFA im globalen Wasserkreislauf eine ernsthafte Bedrohung für das planetare System darstellt.

1.1 PLANETARE BELASTUNGSGRENZEN BEDROHT

In ihrer Analyse zeigen Arp und Kolleg:innen, dass TFA unter allen PFAS jene Verbindung ist, die weltweit in mit Abstand höchsten Konzentrationen in der Umwelt gemessen wird – oft um mehrere Größenordnungen höher als alle anderen bekannten PFAS zusammen. Die Autor:innen betonen, dass die generelle Verbreitung und extreme Langlebigkeit der Chemikalie eine neue Dimension der Umweltbelastung darstellt: Während regulierte PFAS wie PFOS oder PFOA[1] meist im Bereich von Nanogramm (ng/L) (also Milliardstel) pro Liter vorkommen, werden für TFA Konzentrationen im tausendfach höheren Bereich, d.h. in Mikrogramm pro Liter (µg/L), gemessen – insbesondere in Oberflächengewässern, Grundwasser und Pflanzen – Tendenz steigend. Die Studie warnt daher vor einem systemischen Risiko, das nicht nur einzelne Regionen, sondern das gesamte planetare Wasser- und Nahrungssystem betreffen könnte. Sie weisen darauf hin, dass TFA sämtliche Kriterien für die Überschreitung planetarer Belastungsgrenzen erfüllt: Es stört zentrale Prozesse des Erdsystems, seine Wirkungen sind global oder können es werden, und die Folgen sind schwer oder gar nicht rückgängig zu machen.

1 PFOS (Perfluoroctansulfonsäure) und PFOA (Perfluoroctansäure) gehören zu den am besten untersuchten PFAS. Beide Substanzen sind aufgrund ihrer hohen Toxizität, Bioakkumulation und extremen Umweltpersistenz international reguliert: PFOS ist seit 2009 und PFOA seit 2019 im Rahmen der Stockholmer Konvention über persistente organische Schadstoffe (POP-Konvention) verboten oder stark beschränkt.

Solange TFA direkt oder über die PFAS-Vorläufersubstanzen in die Umwelt freigesetzt wird, werden die Umweltkonzentrationen weiter ansteigen. Denn bisher sind keine Umweltverhältnisse bekannt, unter denen TFA auf natürlichem Weg abgebaut wird. Deshalb wird TFA auf unabsehbare Zeit im globalen Wasserkreislauf und in der Biosphäre verbleiben. Welche langfristigen ökologischen und gesundheitlichen Folgen daraus resultieren könnten, ist derzeit nicht abzusehen.

Doch was genau ist diese Substanz, vor der die Wissenschaft zunehmend eindringlich warnt – und warum haben wir bislang so wenig über sie gehört?

1.2 WAS IST TFA – WAS SIND PFAS?

Das Kürzel TFA steht für Trifluoressigsäure (im Englischen *Trifluoroacetic acid*). TFA ist das kleinste Molekül aus der chemischen Familie der per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen, kurz PFAS. In die Umwelt gelangt es vor allem als extrem stabiles Abbauprodukt bestimmter größerer PFAS-Verbindungen.

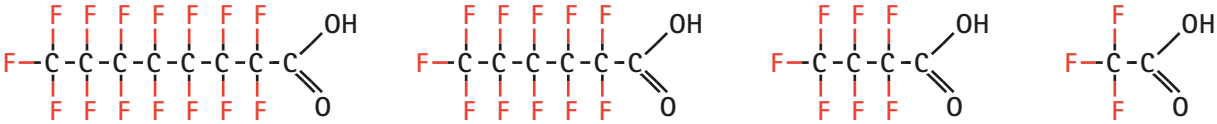
Um die aktuelle Diskussion über die Gefährlichkeit von TFA einordnen zu können, ist ein Blick auf die übergeordnete Stoffgruppe hilfreich: PFAS ist ein Sammelbegriff für über 10.000 Moleküle unterschiedlicher Größe. TFA ist dabei das kleinste PFAS-Molekül, außergewöhnlich beständig und daher in der Umwelt praktisch nicht abbaubar.

PFAS sind menschengemachte Chemikalien, für die keine natürliche Quelle bekannt ist. Sie werden erst seit den 1950er-Jahren in großem Maßstab hergestellt und eingesetzt. Wegen ihrer wasser-, fett- und schmutzabweisenden Eigenschaften sowie ihrer thermischen und chemischen Stabilität fanden PFAS rasch breite Anwendung: bei der Herstellung von Antihaftbeschichtungen (Teflon bzw. PTFE), in Textilimprägnierungen, Feuerlöschschäumen, Kosmetikprodukten, industriellen Prozesschemikalien und Lebensmittelverpackungen. Bei Pestiziden wird vor allem ihre Fähigkeit geschätzt, Wirkstoffe leichter in Pflanzen oder Insekten eindringen zu lassen und dort deren Abbau zu verlangsamen. Das erhöht ihre Toxizität. Sie wirken stärker und länger. Doch genau diese Eigenschaften führen dazu, dass PFAS-Pestizide auch Böden, Gewässer und Nahrungsketten belasten und letztlich auch in unser Trinkwasser gelangen. Auch andere Ewigkeitschemikalien aus der Gruppe der PFAS, die in großen Mengen verwendet wurden und werden – etwa bei der Polymerherstellung, in Löschschäumen, Textilien oder Verpackungen – sind heute nahezu überall in der Umwelt nachweisbar: vom arktischen Eis[3] bis zum menschlichen Blut[4] und Gehirn[5].

1.3 VON DER WUNDERCHEMIKALIE ZUR GESUNDHEITSGEFAHR

Wie viele synthetische Stoffe sind auch PFAS ungemein praktisch und vielseitig verwendbar (s.o.). Wie bei vielen anderen synthetischen Stoffen wurden bei der Anwendung aber die Auswirkungen auf die Umwelt zunächst vernachlässigt. Daher ist auch die Geschichte der PFAS geprägt von einem sich wiederholenden Muster: Chemikalien werden als harmlos eingeführt – und bleiben es im öffentlichen Diskurs oft so lange, bis wissenschaftliche Belege ihre Gefährlichkeit in derart erdrückender Deutlichkeit zeigen, dass ein weiteres Leugnen nicht mehr möglich ist. So war es auch bei der ersten Generation von PFAS und ihren wichtigsten – heute verbotenen – Vertretern Perfluoroctansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonat (PFOS) (siehe Abb. 1). Als diese Stoffe nicht mehr zu verteidigen waren, erklärte die Industrie, deren Giftigkeit sei auf die Kettenlänge von acht Kohlenstoffatomen (C-Atomen) zurückzuführen. Die neue Generation von PFAS mit nur sechs C-Atomen sei toxikologisch unbedenklich. Als sich auch dies als falsch herausstellte, wurden PFAS mit vier C-Atomen als sicher dargestellt. Und heute, wo auch diese Behauptung widerlegt ist, heißt es, TFA – mit „nur zwei C-Atomen" – sei die große Ausnahme und solle gar nicht als PFAS betrachtet werden.

Abb. 1: *Abnehmende Kettenlänge – von PFOA bis TFA: PFAS bleiben trotz kürzerer Strukturen gefährlich*



Die von den Herstellern eingesetzten Strategien folgen dabei einem bekannten Drehbuch: Sie ähneln den Taktiken der Tabak-, Pharma- und Pestizidindustrie, wenn es darum geht, Wissenschaft zu beeinflussen und Regulierung zu verhindern – insbesondere durch das Zurückhalten ungünstiger Forschungsergebnisse und die bewusste Verzerrung des öffentlichen Diskurses. Ziel dieser Taktiken ist es, regulatorische Maßnahmen möglichst lange hinauszuzögern und die öffentliche Aufmerksamkeit zu zerstreuen. Zu diesem Schluss kam ein Team unabhängiger Wissenschaftler[6], das interne Unternehmensdokumente analysierte, die DuPont und 3M im Zuge von US-Gerichtsverfahren offenlegen mussten.

Dass es überhaupt zu dieser Offenlegung kam, ist im konkreten Fall dem jahrelangen Engagement eines Einzelnen zu verdanken: des US-amerikanischen Umweltanwalts Robert Bilott. Seine Arbeit brachte nicht nur eine umfassende Sammlung interner Dokumente ans Licht – darunter über 110.000 Seiten mit firmeninternem Schriftverkehr[7], medizinischen Berichten und geheim gehaltenen Studien –, sondern führte auch dazu, dass sich erstmals Behörden in den USA und später auch in Europa ernsthaft mit den Gesundheits- und Umweltrisiken von PFAS befassten[8].

Wie erfolgreich diese Taktiken waren – und wie unzureichend der Schutz von Umwelt und Gesundheit durch die zuständigen Behörden funktionierte – zeigt ein Blick auf die regulatorischen Reaktionen: In der EU wurden PFOS erst im Jahr 2010, PFOA sogar erst 2020 in ihrer Verwendung eingeschränkt. Für viele PFAS der sogenannten zweiten Generation gibt es bis heute keine umfassende Regulierung, obwohl auch sie als in der Umwelt praktisch nicht abbaubar gelten und nachweislich negative Effekte auf Ökosysteme und Gesundheit haben[9].

1.4 DER MYTHOS VON HARMLOSEN KURZKETTEN

Ein eindrucksvolles Beispiel für die gezielte Einflussnahme der PFAS-Industrie auf den wissenschaftlichen und politischen Diskurs zeigt sich gegenwärtig im Umgang mit TFA. Zwei sich ergänzende Narrative spielen dabei eine zentrale Rolle.

Zum einen wird beharrlich und entgegen der wissenschaftlichen Evidenz die These verbreitet, ein (sogar erheblicher) Teil der globalen TFA-Belastung stamme nicht aus industriellen Quellen, sondern sei natürlichen Ursprungs. Eine Behauptung, für die belastbare Belege fehlen[10]und die an Leugnungsstrategien der fossilen Industrie im Zusammenhang mit dem menschengemachten Klimawandel erinnert. Tatsächlich liegt der Verdacht nahe, dass diese Argumentationslinie bereits in den 1970er-Jahren von der chemischen Industrie selbst entwickelt wurde – damals im Kontext der Debatte um sogenannte FCKW und deren Rolle beim Ozonabbau. Um eine florierende Zwei-Milliarden-Dollar-Industrie zu schützen, wurde damals ein „vulkanischer Ursprung" ozonschädlicher Gase ins Spiel gebracht[11].

Heute behaupten die Hersteller, dass sogenannte hydrothermale Schlote in den Tiefen der Ozeane bedeutende natürliche Quellen von TFA seien[12]. Diese These wird jedoch durch keine belastbaren Daten gestützt. Vielmehr stehen ihr zahlreiche Hinweise entgegen: So stimmen die gemessenen TFA-Konzentrationen in Regen-, Oberflächen- und Grundwasser mit den geschätzten Emissionen aus bekannten industriellen Vorläuferstoffen gut überein, während ein plausibler natürlicher Entstehungsmechanismus fehlt[13]. Dennoch trägt die Behauptung zur Verwirrung in der öffentlichen Debatte bei – und eignet sich hervorragend, um politische Maßnahmen hinauszuzögern.

Gleichzeitig wird das Bild vermittelt, dass TFA als „ultrakurzkettige" Verbindung nicht mit anderen PFAS vergleichbar und daher auch regulatorisch anders zu behandeln sei. Dieses Argument reiht sich ein in eine Kommunikationsstrategie, die seit dem schrittweisen Ersatz langkettiger PFAS durch kürzerkettige Ersatzstoffe systematisch verfolgt wird.

Die irreführende Botschaft lautet, kurzkettige PFAS seien weniger gefährlich – und damit auch weniger regulierungsbedürftig.

Wie diese Strategie konkret umgesetzt wird, zeigt unter anderem der Antwerpener investigative Journalist Thomas Goorden in seiner Analyse „The Dark PFAS Hypotheses – Strategies of Deception"[14]. Besonders auffällig ist der Versuch der Industrie, ihre Botschaften durch scheinbar unabhängige Publikationen zu legitimieren. So findet sich in einer offenbar industriefinanzierten Studie[15] – unter Berufung auf eine weitere, ebenfalls industriefinanzierte Publikation[16,2], – die Forderung, TFA und andere ultrakurzkettige PFAS aus regulatorischen Bewertungsgruppen auszuklammern.

Dass die Industrie ein starkes Interesse daran hat, TFA als unbedenklich darzustellen, überrascht wenig. TFA ist nicht nur ein wichtiges Zwischenprodukt bei der Herstellung zahlreicher PFAS, sondern auch das stabile Endprodukt von vielen kommerziell bedeutenden Verbindungen wie fluorierten Kältemitteln (F-Gasen), Arzneimitteln, Bioziden und Pestiziden.

Auffällig ist zudem, dass jene Wissenschaftler, die diese Argumentationslinien am prominentesten vertreten, in der Vergangenheit bereits durch ihre Nähe zur Industrie aufgefallen sind – etwa im Kontext der Glyphosat-Debatte oder bei Versuchen, ein EU-weites Verbot für Pestizide, die das Hormonsystem schädigen, zu verhindern[17,18]. Die Mechanismen sind bekannt: Studien mit fragwürdiger Unabhängigkeit werden veröffentlicht und in Entscheidungsprozesse eingespeist. Sie finden vereinzelt sogar Eingang in hochrangige Gremienberichte, wie etwa des Weltklimarates (IPCC)[19].

Ins Wanken geraten ist das Bild der vermeintlich „harmlosen" Ewigkeitschemikalie TFA schließlich durch eine Studie, die von der Industrie für die Registrierung von TFA unter der EU-Chemikalienverordnung REACH in Auftrag gegeben wurde. Doch dazu mehr in Kapitel 4.

2 W. Dekant wurde von 3M finanziell unterstützt.

1.5 GEPLANTE BESCHRÄNKUNG VON PFAS: NUR NICHT FÜR PESTIZIDE

Ein zentrales Element der EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit im Rahmen des Green Deal ist das sogenannte PFAS-Restriction Proposal (Beschränkungsvorschlag), das von Deutschland, den Niederlanden, Dänemark, Norwegen und Schweden im Januar 2023 bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) eingereicht wurde. Der Vorschlag markiert einen Paradigmenwechsel in der Chemikalienpolitik: Erstmals soll nicht nur eine einzelne Substanz oder kleine Stoffgruppe, sondern die gesamte Klasse von über 10.000 PFAS-Chemikalien weitgehend beschränkt werden. Der Hintergrund ist die jahrzehntelange Erfahrung mit sogenannten „regrettable substitutions" – also dem Austausch verbotener PFAS im Rahmen der Regulierung durch nur geringfügig veränderte Nachfolger, die sich später aber als ebenso problematisch erwiesen.

Das Restriction Proposal sieht vor, Herstellung, Inverkehrbringen und Verwendung von PFAS in allen nicht-essentiellen Anwendungen zu verbieten, wobei für bestimmte Einsatzbereiche Übergangsfristen oder Ausnahmen diskutiert werden. Im April 2023 veröffentlichte ECHA eine erste Konsultation, die seither von Industrie-Akteuren massiv genutzt wird, um gegen das Vorhaben Stimmung zu machen und weitreichende Ausnahmen durchzusetzen[20].

Problematisch ist, dass bestimmte Sektoren von der geplanten Beschränkung ausdrücklich ausgenommen sein sollen – darunter PFAS aus der Gruppe der Pestizide, Biozide und Arzneimittelwirkstoffe. Diese sind nicht innerhalb der EU-Chemikalienverordnung geregelt, sondern jeweils in spezifischen Regulierungsbereichen.

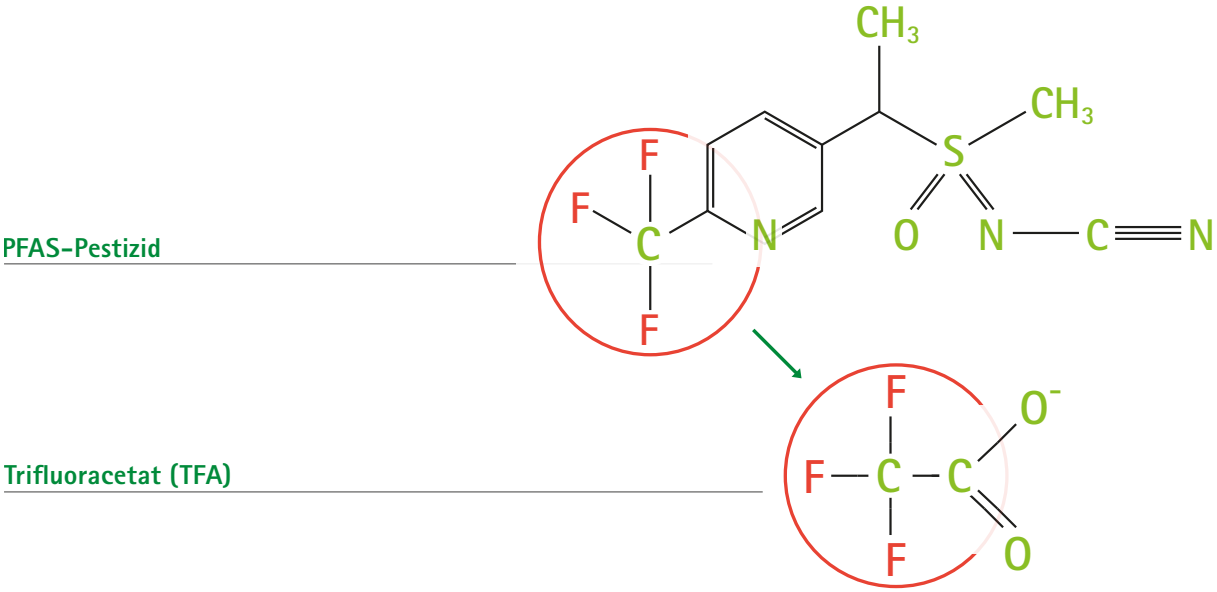
Werden die drei Stoffgruppen bei dieser Initiative aussen vor gelassen, bleiben wesentliche Quellen der globalen TFA-Kontamination unreguliert.

Zusammenfassend lässt sich sagen:
Obwohl TFA heute das mit großem Abstand am häufigsten in der aquatischen Umwelt und in der belebten Natur nachgewiesene PFAS ist, fand es bis vor Kurzem kaum öffentliche Beachtung. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass es der PFAS-Industrie lange Zeit gelang, TFA als unbedenklich darzustellen – ohne dafür stichhaltige Belege liefern zu müssen und derweil mit PFAS-Pestiziden gutes Geld zu verdienen. Hinzu kommt, dass der analytische Nachweis von TFA spezielle apparative Voraussetzungen erfordert. Bei Standarduntersuchungen auf PFAS wird TFA nicht erfasst, ein Umstand, der der Industrie zusätzlich in die Hände spielte. Ein weiterer Grund dafür, dass sich diese Ewigkeitschemikalie so lange nahezu unbeachtet in der Umwelt anreichern konnte, liegt in ihrer Entstehung: TFA ist gemäß der REACH-Verordnung in einer Mengenklasse von 100 bis 1.000 Tonnen pro Jahr registriert[134].
In die Umwelt gelangt es überwiegend auf indirektem Wege: als Abbauprodukt größerer PFAS. Welche dieser Vorläufersubstanzen dabei die größte Rolle spielen, ist Thema des nächsten Kapitels.

2. Woher kommt die hohe TFA-Belastung?

Trifluoressigsäure (TFA) entsteht in der Umwelt vor allem durch den Abbau größerer PFAS (vgl. Abschnitt 1.2). Zu solchen TFA-Vorläufersubstanzen gehören verschiedene Wirkstoffe aus dem Bereich der Pestizide, Biozide und Arzneimittel, ebenso wie fluorierte Kältemittel aus der PFAS-Gruppe. Was diesen Vorläufersubstanzen gemeinsam ist, ist ein Kohlenstoffatom, an dem 3 Fluor-Atome hängen, eine sogenannte CF3-Gruppe (siehe Abb. 2).

Abb. 2: *Typische Molekülstruktur eines PFAS-Pestizids: Die trifluorierte Methylgruppe (–CF_3) wird beim Abbau des Pestizidwirkstoffs in die Ewigkeitschemikalie Trifluoressigsäure (TFA) umgewandelt.*



Der großflächige Eintrag dieser Vorläufersubstanzen in die Umwelt ist ein relativ junges Phänomen - es begann mit der industriellen Herstellung langkettiger PFAS ab Mitte des vorigen Jahrhunderts begann und mit Beginn der 1990er Jahre stark zunahm.

Fluorierte Gase (F-Gase) kamen in der Kältetechnik ab den 1990er-Jahren verstärkt zum Einsatz, nachdem die zuvor verwendeten Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) im Rahmen des Montreal-Protokolls von 1987 über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, international verboten wurden. Als Ersatzstoffe für Kühlmittel, z. B. für Kühlschränke, und Treibmittel, z. B. in Sprays, gewannen F-Gase rasch an Bedeutung – und werden seither in ständig steigenden Mengen eingesetzt.

Auch PFAS-Pestizide fanden erst in den letzten vier Jahrzehnten verstärkt Eingang in die konventionelle Landwirtschaft. Heute enthalten bereits 8 % der in der EU genehmigten Pestizidwirkstoffe eine solche chemische Struktur und haben daher das Potenzial zur Freisetzung von TFA.

Arzneimittel und Biozide mit CF3-Strukturen stellen eine weitere potentiell relevante Quelle dar. Insbesondere bei deren Abbau in Kläranlagen oder durch die Wasseraufbereitung mittels Ozon können erhebliche Mengen TFA entstehen – ein bislang unterschätzter, aber kritischer Eintragspfad, da viele dieser Stoffe regelmäßig über das Abwasser in die Umwelt gelangen.

Neben den Einträgen aus Niederschlägen (über F-Gase), kommunalen Abwässern und der Landwirtschaft können auch direkte industrielle Einleitungen zur TFA-Belastung von Gewässern beitragen – etwa bei der gezielten Herstellung oder Nutzung von TFA als Rohstoff für die Herstellung anderer PFAS. Industrielle Abwässer können erhebliche Mengen TFA enthalten (siehe Kapitel 3.2.1.1 „TFA-Alarm im Neckar").

2.1 PFAS-PESTIZIDE ALS HAUPTQUELLE FÜR TFA IM GRUNDWASSER

Berechnungen und Modellierungen, die das Umweltbundesamt (UBA) im Jahr 2023 gemeinsam mit dem Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe vorgenommen hat, stützen sich auf Verkaufszahlen, Anwendungsdaten und Umweltmessungen – und liefern erstmals eine systematische Übersicht über die Bedeutung einzelner Sektoren für die TFA-Belastung von Gewässern in Deutschland[21].

Die in Abbildung 3 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Pestizidprodukte – hier als PSM (Pflanzenschutzmittel) bezeichnet – das mit Abstand größte Potenzial für die Freisetzung von TFA in Gewässern aufweisen. Ihr Anteil berechnet sich auf rund 434 Tonnen pro Jahr – deutlich mehr als jener aus Niederschlägen (96 Tonnen)[3] oder der Einträge aus Abwasserbehandlung und Güllewirtschaft (jeweils ca. 20 Tonnen pro Jahr). Durch ihren flächenintensiven Einsatz ist das auch gut nachvollziehbar. Daten zu direkten industriellen Einleitungen lagen nicht vor, werden aber vom UBA als „relevant" eingestuft.

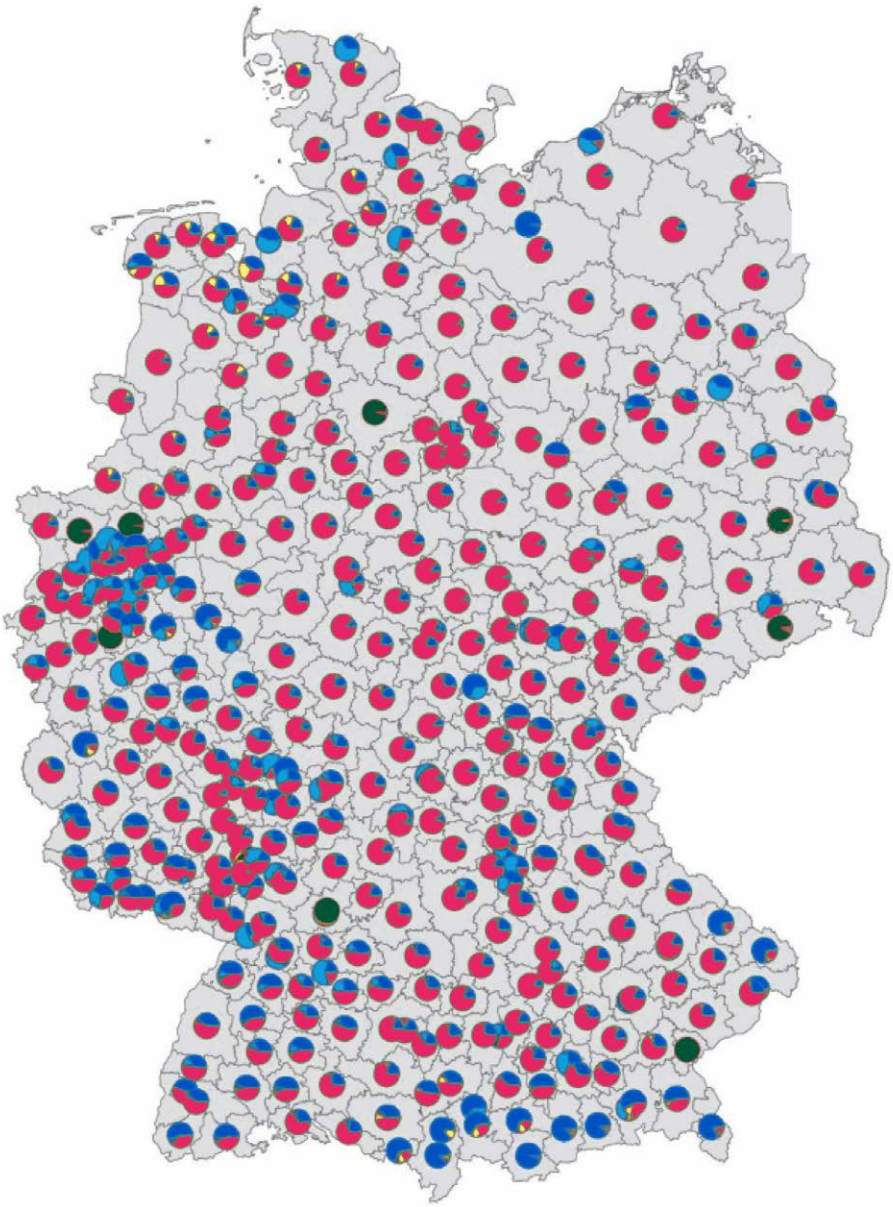
Abb. 3: *Durchschnittliche potenzielle jährliche TFA-Freisetzung aus verschiedenen Quellen und Eintragspfaden (Quelle: UBA 2023, S. 52, Facsimile)*

	Potenzielle TFA-Freisetzung in t/a	Bemerkung/Datenquelle
Industrie	unbekannt; Annahme, dass Betriebe relevant sind	Keine Werte verfügbar (s. 5.1.1)
Kommunale Kläranlagen	22	Theoretische Menge aus Humanarzneimitteln (s. 5.2.1)
Landwirtschaft: PSM	434	JKI-Daten (s. 5.3.1)
Landwirtschaft: flüssiger Wirtschaftsdünger	19	Basierend auf zwei Güllemessungen (s. 5.3.1)
Niederschlag	96	Mittelwerte der Niederschlagsmessungen (s. 5.4.1)

Auf Grundlage der verfügbaren Daten zu TFA-Belastung, Landnutzung, Niederschlägen, Abwasserbehandlung und Industrieanlagen ermittelten die Expert:innen, dass in 303 von 400 deutschen Landkreisen der Einsatz von PFAS-Pestiziden der dominierende Eintragspfad für TFA in Gewässern ist. In weiteren 51 Landkreisen dominiert der Eintrag über den Niederschlag, in 38 Landkreisen sind Kläranlagen der wichtigste Pfad, und in neun Landkreisen industrielle Emissionen (siehe Abb. 4).

3 Die TFA-Belastung von Niederschlägen geht überwiegend auf F-Gase aus der Kältetechnik zurück, die bei globaler Betrachtung die größte Emissionsquelle für TFA darstellen. Da sich diese Stoffe jedoch großräumig in der Atmosphäre verteilen, gelangt nur ein geringer Teil davon in die Gewässer Deutschlands.

Abb. 4: *Facsimile aus UBA-2023: Potentielle TFA-Einträge aus verschiedenen Quellen/Eintragspfaden je Landkreis. Einträge wurden nur in dem Landkreis berücksichtigt, in dem sie erstmals in einen Wasserkörper eintreten. Der TFA-Transport aus anderen Landkreisen über Grund- oder Oberflächengewässer wurde in diese Auswertung nicht einbezogen.*



TFA-Einträge je Landkreis

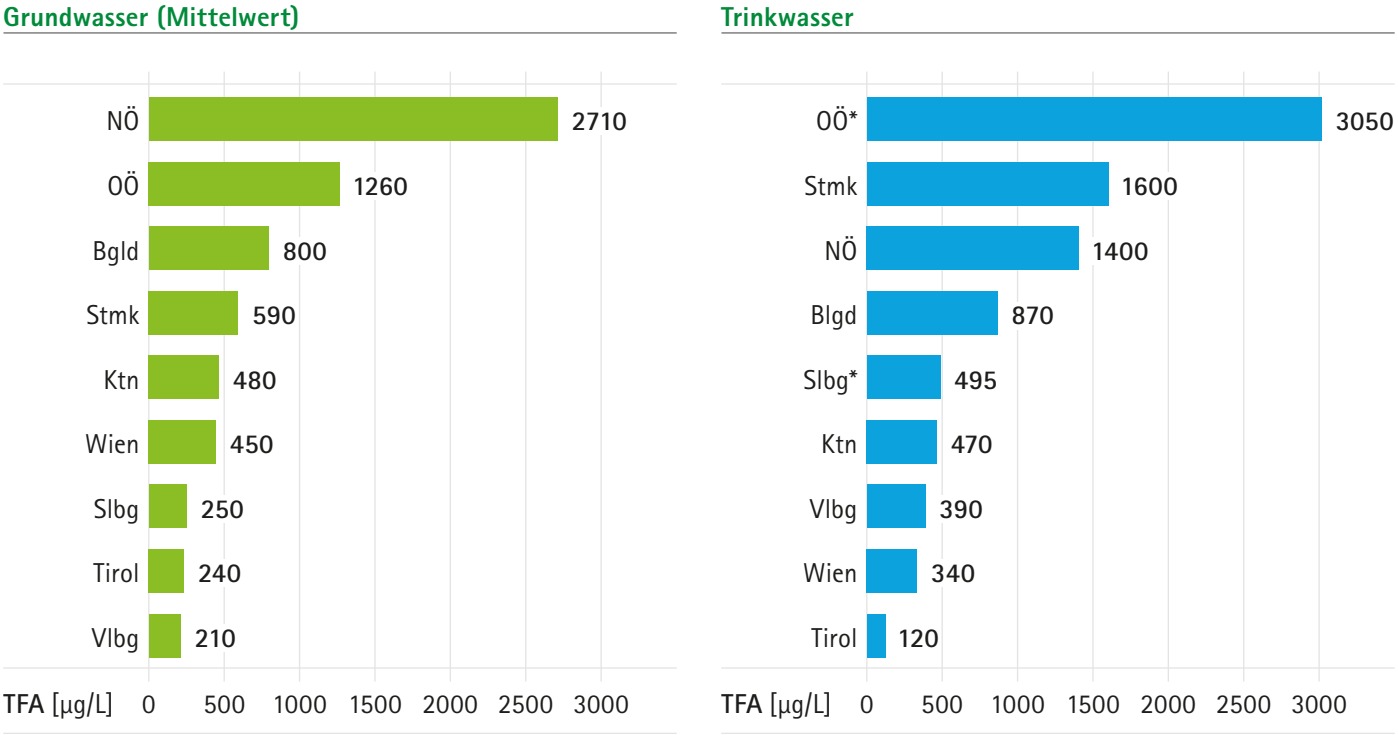
Niederschlag | Industrie | Kläranlagen | flüssige Wirtschaftsdünger | PSM

Die Modellierung zeigt eine deutliche Korrelation mit den in der Praxis gemessenen TFA-Konzentrationen in Oberflächen- und Grundwasser. So sind die durchschnittlichen TFA-Werte in Regionen mit hohem Ackerflächenanteil signifikant höher (1.660 ng/L) als in Gebieten ohne landwirtschaftlichen Eintrag, in denen der Niederschlag die Hauptquelle darstellt (670 ng/L). Die höchsten mittleren TFA-Konzentrationen (2.280 ng/L) wurden in Regionen gemessen, in denen industrielle Punktquellen dominieren – allerdings ist dies nur in wenigen Landkreisen der Fall.[4]

4 Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass alle trifluorierten Methylgruppen aus PFAS-Pestiziden vollständig zu TFA abgebaut werden. Theoretisch könnte dies zu einer Überschätzung führen, falls nennenswerte Nebenreaktionen andere per- oder polyfluorierte Endprodukte erzeugen – wofür es bislang jedoch keine Hinweise gibt. Umgekehrt berücksichtigt die Modellrechnung nur jene Kulturen, für die in Deutschland belastbare Anwendungsdaten vorliegen, was zu einer Unterschätzung beitragen kann.

Obwohl sich diese Untersuchung auf Deutschland konzentrierte, lassen sich die grundlegenden Erkenntnisse auch auf andere europäische Länder übertragen – insbesondere auf landwirtschaftlich geprägte Regionen. Eine Analyse zur TFA-Massenbilanz in Österreich zeigt, dass der Beitrag der Landwirtschaft – insbesondere durch PFAS-Pestizide – den atmosphärischen Eintrag aus Niederschlägen um rund das 5-Fache übersteigt.[22] Auch Messprogramme bestätigen diesen Zusammenhang: Eine Untersuchung des österreichischen Umweltbundesamtes[5] zeigte, dass in landwirtschaftlich geprägten Regionen die TFA-Belastung im Grundwasser deutlich höher ist als in Regionen mit geringerer landwirtschaftlicher Nutzung (siehe Abb. 5, links). Eine Stichproben-Untersuchung von Trinkwasser durch die österreichische Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000[23] lieferte ein ähnliches Bild: Trinkwasserproben aus Gebieten mit hoher landwirtschaftlicher Nutzung wiesen im Schnitt wesentlich höhere TFA-Konzentrationen auf als Proben aus weniger landwirtschaftlich geprägten Bundesländern in Österreich (Abb. 5, rechts).

Abb. 5: *Daten aus dem Grundwassermessprogramm des österreichischen Landwirtschaftsministeriums (2018–2019, links) sowie aus Trinkwasser-Stichproben von GLOBAL 2000 (2024, rechts) zeigen: Jene österreichischen Bundesländer mit der größten Dichte an landwirtschaftlich genutzten Flächen – Oberösterreich, Niederösterreich, Steiermark und Burgenland – weisen auch die höchsten TFA-Belastungen in Grund- und Trinkwasser auf.*



* Für Oberösterreich (OÖ) und Salzburg (Slbg) ist der Mittelwert aus zwei Leitungswasserproben dargestellt; bei den übrigen Bundesländern handelt es sich um Einzelproben.

Die Ergebnisse aus Messprogrammen, Massenbilanzen und Modellierungen führen alle zu derselben Schlussfolgerung: Der Einsatz von PFAS-Pestiziden ist in landwirtschaftlich geprägten Regionen mit Abstand die wichtigste Quelle für TFA – mit unmittelbaren Auswirkungen auf das Grundwasser und damit auf unser Trinkwasser. Aufgrund der hohen Persistenz von TFA besteht die reale Gefahr, dass diese Belastung über viele Jahrhunderte in der Umwelt verbleibt.

5 Die Messergebnisse aus den Untersuchungen des österreichischen Umweltbundesamts wurden GLOBAL 2000 auf Anfrage nach dem Umweltinformationsgesetz übermittelt: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1umB7Bbq9a--3Q-Xbu-64URT7zMesWBst7xUq_LUspdU/edit?gid=1672114125#gid=1672114125

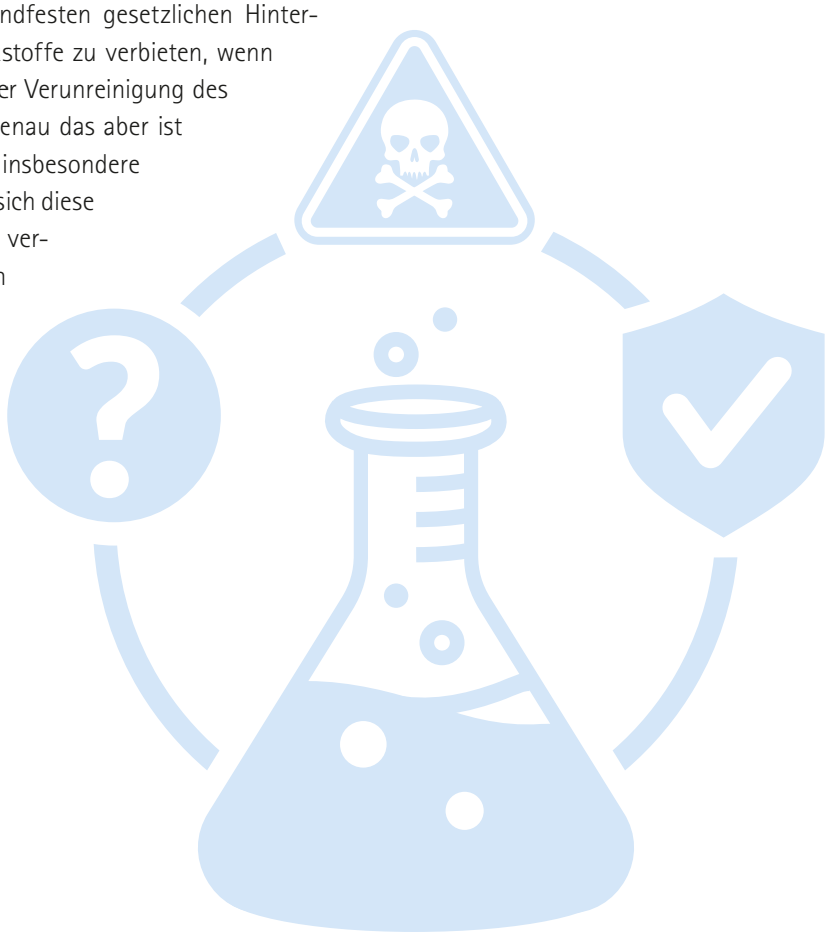
2.2 DESINFORMATION STATT VERANTWORTUNG

Trotz der klaren Datenlage versuchen manche Interessenvertretungen – exemplarisch ist die Landwirtschaftskammer in Österreich zu nennen – die öffentliche Debatte in eine andere Richtung zu lenken. Seit Anfang 2025 verbreiten sie die irreführende Behauptung, der Beitrag von PFAS-Pestiziden zur TFA-Belastung sei „vernachlässigbar" oder liege bei lediglich „rund 2 %". Diese Zahl geht auf einen Artikel[24] der von der Landwirtschaftskammer Niederösterreich betriebenen Plattform „Landwirtschaft verstehen" zurück, in dem eine zentrale Aussage des ECHA-Beschränkungsvorschlags (siehe Abschnitt 1.5) falsch wiedergegeben wird.

Tatsächlich beziehen sich die dort genannten 2 % weder auf TFA noch auf *Emissionen*, sondern auf das Verkaufsvolumen aller PFAS in der EU – eine völlig andere Bezugsgröße. Die meisten dieser Substanzen, wie z. B. Teflon in Antihaftpfannen oder Imprägniersprays für Textilien, setzten gar kein TFA frei und haben auch keinerlei Relevanz für die Landwirtschaft. Die gezielte Gleichsetzung dieser Stoffgruppen mit PFAS-Pestiziden ist daher nicht nur sachlich falsch, sondern auch hochgradig irreführend.

Letztlich schadet die Desinformation aus Teilen der Landwirtschaftskammer vor allem den eigenen Mitgliedern. Landwirt:innen wird suggeriert, der Einsatz von PFAS-Pestiziden habe keine relevanten Folgen für Umwelt oder Produktqualität. In Wirklichkeit jedoch belasten und vergiften diese Pestizide Böden und Grundwasser mit einer extrem langlebigen Chemikalie – und damit jene natürlichen Ressourcen, auf denen ihre landwirtschaftliche Produktion beruht.

Diese beharrliche Irreführung[6] hat einen handfesten gesetzlichen Hintergrund: Laut EU-Pestizidverordnung sind Wirkstoffe zu verbieten, wenn ihre bestimmungsgemäße Anwendung zu einer Verunreinigung des Grundwassers oberhalb von 0,1 µg/L führt. Genau das aber ist bei TFA inzwischen flächendeckend der Fall – insbesondere in landwirtschaftlich genutzten Regionen. Da sich diese Tatsache nicht länger leugnen lässt, wird nun versucht, die Verantwortung von PFAS-Pestiziden für die Kontamination kleinzureden – offenbar in der Absicht, einen gesetzlich vorgeschriebenen Widerruf der Zulassung zu verhindern.



6 Obwohl führende Vertreter der österreichischen Landwirtschaftskammer sowohl in einem persönlichen Treffen mit Vertreter:innen von GLOBAL 2000 als auch in öffentlichen Stellungnahmen auf die Unrichtigkeit ihrer Behauptungen hingewiesen wurden, hält die Interessenvertretung bislang an deren Verbreitung fest – anstatt die Falschinformation auf ihrer Informationsplattform richtigzustellen.

3. Starke Gesetze – schwache Umsetzung

Das Vorsorgeprinzip in Artikel 191 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union[25] soll auf der Grundlage präventiver Entscheidungen im Risikofall ein hohes Umweltschutzniveau sicherstellen. In der Praxis bezieht sich dieses Prinzip auf die Verbraucherpolitik, die Rechtsvorschriften der Europäischen Union (EU) für Lebensmittel und den Schutz der Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen. Deshalb verfügt die Europäische Union über ein dichtes Netz an Umweltvorschriften und ist damit international führend. Kaum ein Bereich ist so umfassend reguliert wie der Schutz des Wassers – insbesondere des Grundwassers, das nicht nur als Trinkwasserquelle dient, sondern auch für Landwirtschaft und Industrie von essenzieller Bedeutung ist.

Zwei zentrale Rechtsakte sind für den Pestizid-Abbaustoff und Umweltschadstoff TFA von besonderer Relevanz: die EU-Pestizidverordnung (VO 1107/2009)[26] und die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG)[27]. Beide verfolgen das Ziel, eine Verunreinigung des Grundwassers mit Schadstoffen von vornherein zu unterbinden – oder, wo sie bereits besteht, zügig zu beseitigen. Für Pestizide und deren toxikologisch relevante Abbauprodukte (Metabolite) gilt ein gesetzlicher Grenzwert im Grundwasser von 0,1 µg/L. Angesichts der heute in landwirtschaftlich geprägten Regionen Deutschlands und anderer europäischer Länder gemessenen TFA-Konzentrationen im Grundwasser, die meist deutlich über diesem Grenzwert liegen, drängt sich die Frage auf: Wie konnte es dazu kommen? Liegt es daran, dass die bestehenden Rechtsvorschriften nicht klar genug sind, oder haben die Behörden versäumt, deren Einhaltung durchzusetzen?

3.1 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

Um die Antwort vorwegzunehmen: An klaren gesetzlichen Vorgaben mangelt es nicht.

Die Autorisierung zum Einsatz von Pestiziden erfolgt in einem zweistufigen Verfahren: Zunächst erteilt die EU eine Genehmigung für den Pestizidwirkstoff, anschließend entscheiden die Mitgliedstaaten über die nationale Zulassung der jeweiligen Pestizidprodukte (auch Pflanzenschutzmittel genannt), die diesen Wirkstoff enthalten.

Laut EU-Pestizidverordnung (EG) Nr. 1107/2009 (Artikel 4)[28] müssen Pestizidwirkstoffe bzw. Produkte, die diese Wirkstoffe enthalten, ebenso wie ihre Rückstände, drei zentrale Anforderungen bzw. Schutzziele erfüllen:

1. keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit,
2. keine schädlichen Auswirkungen auf das Grundwasser,
3. keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt.

Eine weitere zentrale Zulassungsanforderung für Pestizidprodukte ist eine hinreichende Wirksamkeit beim Schutz der Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen.

Da zwischen dem Schutz von Gesundheit, Wasser und Umwelt einerseits und dem Ziel, Pflanzen vor Schadorganismen zu schützen, Zielkonflikte entstehen können, stellt die EU-Pestizidverordnung in Punkt 24 der Präambel unmissverständlich klar, dass *„bei Erteilung einer Zulassung für Pflanzenschutzmittel das Ziel, die Gesundheit von Mensch und Tier sowie die Umwelt zu schützen, Vorrang haben (sollte), vor dem Ziel, die Pflanzenproduktion zu verbessern."*

Wie wir in diesem Kapitel darlegen werden, verstoßen PFAS-Pestizide gegen die Zulassungsanforderungen zum Schutz der Gesundheit, des Wassers und der Umwelt. Die genauen rechtlichen Hintergründe sind in einem Rechtsgutachten des italienisch-österreichischen Europarechtlers Prof. Peter Hilpold von der Universität Innsbruck im Detail ausgeführt[29]. Das Rechtsgutachten wurde von der österreichischen Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000 in Auftrag gegeben und wird im Folgenden auszugsweise zusammengefasst:

Pestizidprodukte dürfen nur genehmigte Wirkstoffe enthalten und müssen zudem Anforderungen einhalten, die in Artikel 29 der EU-Pestizidverordnung detailliert festgehalten sind. Gewährleistet wird dies gemäß *Artikel 11 durch „eine unabhängige, objektive und transparente Bewertung vor dem Hintergrund des neuesten Standes von Wissenschaft und Technik"*.

Sollten neue wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass ein zugelassener Wirkstoff oder ein zugelassenes Pestizidprodukt die Zulassungsvoraussetzungen nicht (mehr) erfüllt, greift Artikel 44. Dort steht: *„Der Mitgliedstaat hebt die Zulassung auf oder ändert sie, wenn die Anforderungen gemäß Artikel 29 nicht oder nicht mehr erfüllt sind."*

Neue Erkenntnisse, die eine bestehende Zulassung in Frage stellen, kann eine zuständige Behörde beispielsweise durch Monitoringprogramme (z. B. Untersuchungen von Wasser oder Lebensmitteln), aufgrund aufgetretener Schäden (Vergiftungsfälle, Beeinträchtigung der Umwelt), durch wissenschaftliche Publikationen oder durch Mitteilungen der Zulassungsinhaber erlangen. Letztere sind gemäß Artikel 56 der EU-Pestizidverordnung ausdrücklich dazu verpflichtet, alle neuen Informationen, die darauf hindeuten, dass ein Pflanzenschutzmittel die Kriterien der Artikel 29 und 4 nicht mehr erfüllt, unverzüglich an alle Mitgliedstaaten weiterzuleiten, die das betreffende Pflanzenschutzmittel zugelassen haben: *„Insbesondere sind potenziell schädliche Auswirkungen dieses Pflanzenschutzmittels oder von Rückständen eines darin enthaltenen Wirkstoffs, seiner Metaboliten, Safener, Synergisten oder Beistoffe auf die Gesundheit von Mensch oder Tier oder auf das Grundwasser sowie potenziell unannehmbare Auswirkungen auf Pflanzen oder Pflanzenerzeugnisse oder die Umwelt zu melden"* (Artikel 56 (1), zweiter Satz).

Im Falle der PFAS-Pestizide spielt aktuell eine solche Artikel-56-Notifizierung über *„potenziell schädliche oder unannehmbare Auswirkungen"* von TFA die zentrale Rolle: Am 7. Januar 2021 informierte der Pestizidhersteller Bayer, der als Zulassungsinhaber mehrerer PFAS-Pestizide auftritt, die EU-Mitgliedstaaten und die EU-Kommission gemäß Artikel 56 der EU-Pestizidverordnung über fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften von TFA[30]. Grundlage war eine gesetzlich geforderte Studie an trächtigen Kaninchen, die Bayer im Rahmen der Registrierung von TFA unter der EU-Chemikalienverordnung REACH durchführen ließ. In dieser Studie wurden schwere Missbildungen an den Kaninchen-Föten festgestellt (mehr darüber in Kapitel 4.7).

Seit diesem Zeitpunkt besteht kein Zweifel mehr, dass Pestizide, deren Abbau zur Freisetzung von TFA führt, gegen die in Artikel 4 der Pestizidverordnung verankerten Genehmigungskriterien zum Schutz der Gesundheit, des Grundwassers und der Umwelt verstoßen.

3.1.1 Schutzziel menschliche Gesundheit

Eine zentrale Anforderung an die Genehmigung von Pestizidwirkstoffen in der EU – und damit auch an Pestizidprodukte, die diese Wirkstoffe enthalten – sind die sogenannten gefahrenbasierten Ausschlusskriterien, die auch als Cut-off-Kriterien bekannt sind. Sie beruhen auf dem Vorsorgeprinzip und verbieten die Genehmigung von Wirkstoffen (und somit den Einsatz von Mitteln), die „wahrscheinlich beim Menschen" krebserregend, erbgutschädigend oder fortpflanzungsgefährdend sind. Diese Einschränkung gilt auch für Wirkstoffe, die im Grundwasser oder in Lebensmitteln Abbauprodukte mit entsprechenden Eigenschaften hinterlassen. Die Einstufung als fortpflanzungsgefährdend bezieht sich sowohl auf eine Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit als auch auf Entwicklungsstörungen des Ungeborenen.

Hier sei betont, dass dieses Ausschlusskriterium gemäß Anhang II (3.6.) der EU-Pestizidverordnung bereits dann gilt, wenn ein Stoff aus Sicht der mit der Bewertung beauftragten Behörde als krebserregend, mutagen oder reproduktionstoxisch (d.h. fortpflanzungsgefährdend) einzustufen ist – und nicht erst, wenn entsprechende EU-Klassifizierung durch das zuständige Gremium der EU-Kommission abgeschlossen ist[31]. Bis eine formale Einstufung abgeschlossen ist, dauert es erfahrungsgemäß Jahre – Jahre, in denen Menschen und Umwelt unnötigen Risiken ausgesetzt wären.

3.1.2 Schutzziel Grundwasser gesetzlich geregelt, und dann?

Die Zulassungsvoraussetzung, dass Pestizidprodukte *keine schädlichen Auswirkungen* auf das Grundwasser haben dürfen, wird in der EU-Pestizidverordnung so konkretisiert, dass im Genehmigungsverfahren nachgewiesen werden muss, dass die vorhergesagte Konzentration des Wirkstoffs oder seiner Metaboliten im Grundwasser die zulässige Höchstkonzentration gemäß der Richtlinie 2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung[32] nicht überschreitet – unter realistischen Einsatzbedingungen. Für Pestizidwirkstoffe und ihre „relevanten" Metaboliten wurde dafür ein technischer Grenzwert von 0,1 µg/L festgelegt.

Zur Bewertung des Risikos einer Grundwasserkontamination werden in den Zulassungsverfahren heute in erster Linie Modellierungen eingesetzt, die Bodeneigenschaften, klimatische Einflüsse und Anwendungsbedingungen berücksichtigen. Ziel ist eine fundierte Risikoeinschätzung, ob die Konzentration eines Wirkstoffs oder seiner Metaboliten im Grundwasser oberhalb des Schwellenwerts von 0,1 µg/L liegen könnte. Bei TFA ist dieses Risiko – wie wir noch ausführen werden – außergewöhnlich hoch und nicht nur eine Möglichkeit, sondern Realität. Ursache hierfür ist die Kombination aus extrem hoher Mobilität, sehr guter Wasserlöslichkeit und großer chemischer Stabilität. Deshalb kann sich TFA nach der Anwendung eines PFAS-Pestizids vergleichsweise leicht mit dem Sickerwasser ins Grundwasser verlagern.

Die entscheidende Frage lautet daher: Ist TFA ein im Sinne der gesetzlichen Vorgaben „relevanter" Metabolit? Denn falls ja, dürfen Pestizide, die TFA freisetzen, nicht mehr zugelassen werden. Was also macht einen Pestizidmetaboliten relevant? Die Verordnung liefert die Antwort:

„Ein Metabolit wird als relevant eingestuft, wenn Grund zur Annahme besteht, dass er in Bezug auf seine gewünschte biologische Wirksamkeit mit dem Ausgangsstoff vergleichbare inhärente Eigenschaften aufweist oder für Organismen ein höheres oder vergleichbares Risiko wie der Ausgangsstoff darstellt oder über bestimmte toxikologische Eigenschaften verfügt, die als nicht annehmbar erachtet werden" [33].

Was solche „nicht annehmbaren toxikologischen Eigenschaften" sind, spezifiziert der von der EU-Kommission im Oktober 2021 in Abstimmung mit den Mitgliedsstaaten aktualisierte „Leitfaden zur Bewertung der Relevanz von Metaboliten im Grundwasser – gemäß Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 (SANCO 221/2000)"[34]:

„Das Leitprinzip ist, dass ein Metabolit oder Abbauprodukt als relevant gilt, wenn anzunehmen ist, dass er … bestimmte toxikologische Eigenschaften aufweist, die als schwerwiegend gelten (d.h. erbgutschädigend, fortpflanzungsgefährdend, krebserregend, …) …" (S. 6, eigene Übersetzung); und „Metaboliten, die für eine Einstufung bezüglich Reproduktionstoxizität (jeglicher Kategorie) in Frage kommen, gelten als ‚relevant'".

Ein weiterer Grund, der die Einstufung eines Metaboliten als toxikologisch relevant zwingend erforderlich macht, liegt vor, wenn das „Mutter-Pestizid", aus dem der Metabolit entsteht, selbst als krebserregend, mutagen oder fortpflanzungsgefährdend der Kategorie 2 oder höher eingestuft ist. In diesem Fall ist zusätzlich auch für den nun als relevant eingestuften Metaboliten die Abklärung der entsprechenden toxikologischen Eigenschaft durch eine geeignete Krebs-, Mutagenitäts- oder Reproduktionstoxizitätsstudie erforderlich. Doch gerade bei TFA weisen zahlreiche „Mutter-Pestizide" fortpflanzungsgefährdende oder krebserregende Eigenschaften auf (siehe Abschnitt 4.2.3). Dennoch wurde die Einstufung des Metaboliten TFA als relevant verabsäumt[35].

Vor diesem Hintergrund war die Artikel-56-Notifizierung vom Januar 2021 über die fortpflanzungsgefährdenden Eigenschaften von TFA von höchster Brisanz. Denn plötzlich lagen eindeutige Versuchsergebnisse vor, dass die Ewigkeitschemikalie TFA irreversible Schäden hervorrufen kann und somit als relevanter Metabolit einzustufen ist. Es dauerte jedoch bis Mai 2024, bis die EU-Kommission dies erstmals in einem öffentlich zugänglichen Dokument bestätigte[36].

Da TFA bereits heute in nahezu allen bisher in der EU untersuchten Grundwasserkörpern den Grenzwert für relevante Pestizidmetaboliten überschreitet und behördliche Untersuchungen für den Pestizidmetaboliten durchwegs ein hohes Risiko für Grundwasserkontamination anzeigen, erfüllen PFAS-Pestizide nicht mehr die Voraussetzungen für eine Zulassung.

Daran lässt auch der oben erwähnte Leitfaden der Kommission keinen Zweifel. Dort heißt es über relevante Pestizidmetaboliten:

„Wenn ein solcher [d.h. relevanter] Metabolit die zulässige Höchstkonzentration (0,1 µg/L) für Grundwasser … überschreitet, würde auf EU-Ebene die Nichtgenehmigung (bzw. Nichtverlängerung) für den Wirkstoff ausgelöst werden. Auf nationaler Ebene würde eine Rücknahme der Zulassungsentscheidung für spezifische Verwendungen von Produkten, die diesen Stoff enthalten, ausgelöst werden." [37] (S. 7, eigene Übersetzung)

3.1.3 Schutzziel Umwelt gesetzlich geregelt, aber...?

Drittens lässt sich auch unabhängig von einer toxikologischen Einstufung von TFA allein aus den Schutzzielen für das Grundwasser der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Verbindung mit der Pestizidverordnung 1107/2009 die Notwendigkeit eines Widerrufs oder einer Änderung solcher Genehmigungen oder Zulassungen ableiten.

Dies ergibt sich aus Art. 4 (1) b lit. (iii) der WRRL, wonach die Mitgliedstaaten die erforderlichen Maßnahmen durchzuführen haben, *„um alle signifikanten und anhaltenden Trends einer Steigerung der Konzentration von Schadstoffen aufgrund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umzukehren und so die Verschmutzung des Grundwassers schrittweise zu reduzieren"*.

Von dieser Handlungsverpflichtung sind nicht nur die in der WRRL als prioritär eingestuften Stoffe erfasst, sondern alle Schadstoffe – unabhängig von einer toxikologischen Bewertung. Welche Stoffe als Schadstoffe zu betrachten sind, wird in Anhang VIII der WRRL in einem nicht vollumfänglichen Verzeichnis verdeutlicht. Dort ist die Gruppe der „Organohalogene", zu denen auch TFA gehört, gleich als erstes aufgeführt. Damit steht die Verwendung von Pestiziden, die TFA in das Grundwasser eintragen, eindeutig im Widerspruch zu den Zielen der WRRL.

Wie der Europarechtler Peter Hilpold in seinem Rechtsgutachten ausführt, stellt aber die *„Nichteinhaltung der in Artikel 4 der Wasserrahmenrichtlinie festgelegten Umweltziele, welche maßgeblich aus der (bestimmungsgemäßen) Anwendung eines Pflanzenschutzmittels resultiert, eine unannehmbare Auswirkung auf die Umwelt* im Sinne der Genehmigungskriterien der EU-Pestizidverordnung dar" – ein dritter eigenständiger Grund, der für sich genommen den Widerruf bestehender Zulassungen erforderlich macht.

Da bereits seit den 1990er-Jahren bekannt ist, dass die Verwendung von F-Gasen sowie von Pestizid- und Arzneimittelwirkstoffen mit einer bestimmten chemischen Struktur (C-CF_3-Gruppe) zur Freisetzung einer persistenten Ewigkeitschemikalie führt, hätte das in den EU-Gründungsverträgen verankerte Vorsorgeprinzip eine systematische Beobachtung der TFA-Belastungen in Gewässern nahegelegt. Das Feststellen einer stetigen Zunahme der TFA-Gehalte im Grundwasser hätte die Mitgliedstaaten bereits frühzeitig verpflichtet, im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie Maßnahmen zur Trendumkehr einzuleiten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Genehmigung von PFAS-Pestiziden mit den drei zentralen Schutzzielen der EU-Pestizidverordnung – dem Schutz der Gesundheit, des Grundwassers und der Umwelt – unvereinbar ist. Spätestens seit Deutschland bei der ECHA einen Vorschlag zur Einstufung von TFA als fortpflanzungsgefährdend Kategorie 1B eingereicht hat (siehe Kapitel 4), kann daran kein Zweifel mehr bestehen.

3.2 DIE VERANTWORTUNG DER MITGLIEDSTAATEN

Die Kontamination des Grundwassers – und damit auch des Trinkwassers – durch Abbauprodukte aus dem Pestizideinsatz unterscheidet sich von vielen anderen grenzüberschreitenden Umweltproblemen in einer Hinsicht: Sie tritt in erster Linie dort auf, wo sie verursacht wird, wie zahlreiche Monitoringprogramme belegen. Der Schutz des Grundwassers liegt daher nicht nur im ureigensten Interesse eines jeden Mitgliedstaats, sondern auch in dessen Verantwortung und Machtbereich.

Treten ökologische, klimatische oder landwirtschaftliche Besonderheiten auf oder liegen neue Erkenntnisse über schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch oder Tier sowie unannehmbare Folgen für die Umwelt vor, die bei der Erstbewertung nicht vorlagen und daher nicht berücksichtigt wurden, muss der betroffene Mitgliedstaat handeln. Laut EU-Pestizidverordnung ist er verpflichtet, die Genehmigung für einen Wirkstoff oder die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels zu widerrufen oder anzupassen. Hebt ein Mitgliedstaat eine Zulassung gemäß Artikel 44 Absatz 3 auf, so sind die anderen Mitgliedstaaten derselben Zone nach Absatz 4 verpflichtet, die betreffende Zulassung zu überprüfen und gegebenenfalls ebenfalls zu widerrufen oder anzupassen[7].

Im Hinblick auf PFAS-Pestizide und die dadurch verursachte TFA-Kontamination haben die Mitgliedstaaten diese Verpflichtung über viele Jahre hinweg nicht erfüllt. Dadurch konnte sich TFA im Wasser und in der belebten Natur (siehe Kapitel 5) in einem Ausmaß anreichern, das die Umsetzung der gesetzlich geforderten Maßnahmen zur Eindämmung der Kontamination nun umso dringlicher macht – insbesondere durch den Widerruf aller derzeit bestehenden Zulassungen von PFAS-Pestiziden gemäß Artikel 44 der EU-Pestizidverordnung[8].

Bedauerlicherweise sind die (sichtbaren) Aktionen der 27 EU-Mitgliedstaaten zur Eindämmung der TFA-Kontamination bislang äußerst spärlich. Diese Trägheit der Entscheidungsträger ist schwer nachvollziehbar. Teilweise mag sie – insbesondere in den Monaten nach der Bayer-Notifikation im Jänner 2021 – durch die SARS-CoV-2-Pandemie begründet sein, teilweise dürfte sie aber auch auf den Einfluss von Interessenverbänden zurückzuführen sein, die bis heute Prozesse und Entscheidungen verzögern.

In einigen Mitgliedstaaten beginnt sich jedoch etwas zu bewegen. Am Beispiel von Deutschland und Dänemark sollen im Folgenden unterschiedliche Entwicklungen und Strategien zum Schutz von Mensch und Umwelt vor dieser Ewigkeitschemikalie beleuchtet werden.

3.2.1 Deutschland: Der verhinderte Vorreiter

Die Rolle, die Deutschland bisher in der TFA-Problematik von PFAS-Pestiziden spielte, lässt sich wohl am treffendsten mit dem Wort „ambivalent" beschreiben. Effektive Maßnahmen, die eine tatsächliche Eindämmung der TFA-Belastung von Mensch und Umwelt bewirken könnten, sind bislang nicht erkennbar. Gleichzeitig ist Deutschland aber jenes Land in Europa, das insbesondere durch die wissenschaftliche Arbeit des Umweltbundesamtes (UBA) in Zusammenarbeit mit dem Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe eine europäische Vorreiterrolle einnimmt – bei der systematischen Erfassung der TFA-Belastung von Gewässern und bei der Ursachenforschung der Eintragspfade in die Umwelt (siehe Kapitel 2). Hinzu kommt die von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) vorgeschlagene Gefahrenklassifizierung von TFA als reproduktionstoxisch Kategorie 1B unter der Chemikalienverordnung REACH (siehe Kapitel 4).

Auch in regulatorischer Hinsicht haben deutsche Behörden wichtige Vorstöße unternommen, die bislang jedoch ohne Wirkung blieben. Denn den Bestrebungen und dem Engagement zahlreicher Behördenmitarbeiter:innen und Nichtregierungsorganisationen zur Eindämmung der TFA-Kontamination stehen die handfesten Interessen einer in Deutschland traditionell starken chemischen Industrie gegenüber. Und sie versteht es, ihre Interessen sowohl vor Gericht als auch gegenüber politischen Entscheidungsträgern durchzusetzen.

7 Der Europäische Gerichtshof hat in seiner jüngsten Rechtsprechung ausdrücklich bestätigt, dass diese Pflicht besteht, sobald neue Erkenntnisse vorliegen, die zeigen, dass die Zulassungsvoraussetzungen nicht mehr erfüllt sind.

8 Es sei auch darauf hingewiesen, dass sich nach Ansicht der Autoren – wenngleich dies nicht Gegenstand des Rechtsgutachtens von Peter Hilpold war – aus der Wasserrahmenrichtlinie und anderen einschlägigen Rechtsvorschriften auch die Pflicht ableiten lässt, F-Gas-Emissionen unverzüglich zu beenden. Schließlich stellen F-Gase, wie in Kapitel 2, Fußnote 25 ausgeführt, die mit Abstand größte Quelle der weltweiten TFA-Kontamination dar, die bis in die Ozeane reicht. Lediglich bei der Grundwasserkontamination im landwirtschaftlich genutzten Raum sind PFAS-Pestizide eine noch bedeutendere Eintragsquelle.

3.2.1.1 TFA-Alarm im Neckar

Deutschland war das erste Land in Europa, das die weite Verbreitung von TFA dokumentierte und dieses Thema sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Fachebene auf die Agenda setzte. Auslöser waren hohe TFA-Konzentrationen im Neckar (Baden-Württemberg), die ein Doktorand des TZW im Jahr 2016 zufällig im Trinkwasser seiner Heimatgemeinde Edingen-Neckarhausen am Unterlauf des Neckars entdeckte. Die zuständige Landesbehörde leitete daraufhin in enger Zusammenarbeit mit dem TZW Karlsruhe Nachforschungen ein und dokumentierte eine weit verbreitete Kontamination:[38] Spitzenbelastungen von bis zu 100 µg/L TFA im Neckar führten selbst noch im Rhein zu erhöhten Konzentrationen[39].

Schon bald wurde der Verursacher identifiziert: Der belgische PFAS-Hersteller Solvay hatte an seinem Produktionsstandort in Bad Wimpfen (Landkreis Heilbronn, Baden-Württemberg) offenbar bis zu 12 kg TFA pro Stunde in den Neckar eingeleitet – ohne dass die zuständige Behörde hiervon Kenntnis hatte[40].

In der Folge wurde TFA neckarabwärts auch im **Trinkwasser** von Heidelberg und Mannheim nachgewiesen. Zudem zeigte Trinkwasser, das aus Rheinwasser unterhalb der Neckarmündung – genauer gesagt aus Rheinuferfiltrat – gewonnen wurde, laut Angaben der Wasserversorgung TFA-Konzentrationen von bis zu 2 µg/L. Diese Werte lagen über dem damals gültigen gesundheitlichen Orientierungswert (GOW) von 1 µg/L für TFA im Trinkwasser. Einen gesetzlich verbindlichen Trinkwassergrenzwert gab es nicht[41].

Noch im Dezember 2016 hob Deutschland den bis dahin geltenden GOW von 1 µg/L auf 3 µg/L an. Eine weitere Anhebung auf 60 µg/L erfolgte im Mai 2020, als das UBA auf Grundlage einer von Solvay vorgelegten Fütterungsstudie an Ratten den GOW von 3 µg/L durch einen „gesundheitlichen Leitwert" von 60 µg/L ersetzte[42] (eine kritische Analyse dieses Leitwerts erfolgt in Kapitel 4).

Am PFAS-Hersteller Solvay-Standort in Bad Wimpfen werden ungeachtet der seit 2021 offenkundigen fortpflanzungsgefährdenden Eigenschaften von TFA noch immer – mit Duldung der Behörden – bis zu ein Kilogramm pro Stunde dieser Ewigkeitschemikalie in den Neckar eingeleitet. Bei behördlichen Kontrollen wurden unweit des Solvay-Werks kürzlich im Trinkwasser Belastungen von über 10 µg/L und in einem Fall sogar von 300 µg/L festgestellt – also dem Fünffachen des deutschen Trinkwasserleitwerts[43]. Zudem hat der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND) durch Anfragen nach dem Umweltinformationsgesetz herausgefunden, dass Solvay in Bad Wimpfen auch auf dem Luftweg 100-200 kg TFA pro Jahr emittieren darf. Ob dies, wie die Umweltschutzorganisation vermutet, ursächlich für die starke TFA-Belastung der Quellen und oberirdischen Fließgewässer ist, die topografisch oberhalb des Werksgeländes und teilweise in der Hauptwindrichtung der Kamine liegen, würde laut Auskunft der Umweltschützer derzeit auf Druck des BUND seitens der Behörden geprüft.

So belastend und gravierend die von Solvay verursachte Kontamination des Trinkwassers für die unmittelbar betroffene Bevölkerung auch ist, so relevant war auch der Erkenntnisgewinn, der sich infolge des Bekanntwerdens ergab. Denn in den anschließenden Untersuchungen – etwa in Nordrhein-Westfalen – zeigte sich sehr bald, dass TFA überall in Oberflächengewässern sowie im Grund- und Trinkwasser nachweisbar ist, auch dort, wo industrielle Emissionen als Quelle nicht in Frage kommen. Das führte zu der Schlussfolgerung, dass TFA noch andere Quellen haben muss als Emissionen aus der PFAS-Industrie – und brachte PFAS-Pestizide zunehmend ins Visier.

Das UBA begann daraufhin mit einer systematischen Ursachenforschung, die mit der Veröffentlichung eines umfassenden Berichts über Quellen, Eintragspfade, Umweltkonzentrationen von TFA und regulatorische Ansätze[44] einen europäischen Meilenstein in der TFA-Forschung setzte (siehe Kapitel 2.1).

3.2.1.2 Wie ein deutsches Gericht den Schutz des Wassers untergräbt

Deutschland war das erste Land in der EU, das Beschränkungen für PFAS-Pestizide aufgrund ihrer TFA-Emissionen ins Grundwasser verhängte – und zwar für das meistverwendete PFAS-Pestizid Flufenacet, ein Unkrautvernichtungsmittel (Herbizid), das vor allem im Ackerbau Einsatz findet. Die neu gewonnenen Erkenntnisse aus der Neckar-Kontamination dürften dazu beigetragen haben. Denn als die UBA-Expert:innen im EU-Dossier zur Wirkstoffgenehmigung von Flufenacet[45] mit den Modellierungen zum Risiko für das Grundwasser konfrontiert wurden, mussten sie nur noch eins und eins zusammenzählen: Die „hohen erwarteten Grundwassereinträge, nachgewiesenen Gewässerbelastungen und bereits bestehenden Konflikte mit der Trinkwassergewinnung"[46] führten zu der Erkenntnis, dass die bestehenden Zulassungen von Herbiziden mit dem Wirkstoff Flufenacet in Deutschland ein inakzeptables Risiko für das Grundwasser darstellen.

Ab 2018 hat das UBA daher neue Zulassungen von Flufenacet-Pestiziden mit einer Beschränkung der zulässigen Ausbringungsmenge pro Hektar und Jahr belegt. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) setzte als Vollzugsbehörde die Empfehlung des UBA um.[47] Dies hätte zu einer deutlichen Reduktion der TFA-Emissionen in das Grundwasser führen sollen. Dazu kam es aber nicht. Denn eine Herstellerfirma[9], die in einem anderen Mitgliedstaat bereits grünes Licht für eine Zulassung ohne Auflagen bekommen hatte, klagte gegen die Beschränkung ihres Produkts und bekam Recht. Das Verwaltungsgericht Braunschweig entschied, dass das betreffende Flufenacet-haltige Herbizid auch in Deutschland ohne entsprechende Auflagen zugelassen werden muss.

In der Folge nahm das BVL alle bis dato ausgesprochenen TFA-spezifischen Beschränkungen für Flufenacet-haltige Pflanzenschutzmittel zurück – auch von solchen, deren Zulassungsinhaber nicht geklagt hatten und sogar von solchen, auf die die Argumentation des Gerichtsurteils für die angebliche Unzulässigkeit der Einschränkung gar nicht anwendbar waren.

Laut Urteil des Verwaltungsgerichts standen die vom UBA ausgesprochenen Beschränkungen auf nationaler Ebene dem Ziel eines harmonisierten Binnenmarktes für Pflanzenschutzmittel entgegen. Der Umstand, dass die Risikobewertung des UBA neue Erkenntnisse und Daten aus Deutschland berücksichtigt habe, ändere daran nichts. Nach Auffassung des Gerichts waren die deutschen Behörden an das Fachurteil der bereits vorliegenden Bewertung eines anderen Mitgliedstaates gebunden – selbst dann, wenn diese *„erkennbar gegen Bewertungsleitlinien verstößt oder sich aus heutiger Sicht als fehlerhaft erweist."*[48]

Diese Ereignisse veranlassten das UBA zu der brisanten und alarmierenden Feststellung, dass *„Pestizidzulassungen unser Grund- und Trinkwasser gefährden"*[49] und es den *„deutschen Behörden derzeit nicht möglich ist, die Umwelt effektiv vor schädlichen Pestiziden zu schützen."*[50]

9 Als Klägerin trat ein globales Agrarunternehmen mit Sitz in Indien auf, welches in Deutschland eine Zulassung für das PFAS-Pestizid Mertil innehatte.

Im April 2024 fällte der Europäische Gerichtshof (EuGH) dann zu einer ähnlich gelagerten Frage ein Urteil, das der Argumentation des Braunschweiger Verwaltungsgerichts widersprach. Der EuGH betonte, dass die EU-Pestizidverordnung dem Ziel, die Gesundheit von Mensch und Tier sowie die Umwelt zu schützen, ausdrücklich Vorrang gibt vor dem Ziel, die Pflanzenproduktion zu verbessern[51]. Deshalb können laut EuGH die Kommission und/oder die Mitgliedstaaten sogar *„gezwungen sein, die Genehmigung für einen Wirkstoff oder die Zulassung zum Inverkehrbringen eines Pflanzenschutzmittels aufzuheben, wenn Aspekte zutage treten, die belegen, dass ein Wirkstoff oder ein Pflanzenschutzmittel schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch oder Tier oder unannehmbare Auswirkungen auf die Umwelt hat."* [52]

3.2.1.3 Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: zaghaft

Mittlerweile wurde dem PFAS-Pestizidwirkstoff Flufenacet auf EU-Ebene eine Erneuerung der Genehmigung verweigert. In Deutschland hat das BVL eine Übergangsfrist für die Verwendung bis 2026 gewährt. Nach Einschätzung der Deutschen Umwelthilfe ist diese Übergangsregelung nicht gesetzeskonform, weshalb sie dagegen Klage eingereicht hat.

Das BVL agiert in diesem Zusammenhang sehr ambivalent. Nachdem eindeutig feststand, dass TFA als relevanter Metabolit einzustufen ist und Flufenacet-haltige Pflanzenschutzmittel nachweislich TFA ins Grundwasser freisetzen und dabei den Grundwasserschwellenwert von 0,1 µg/L für relevante Metaboliten überschreiten, stellte das BVL im Oktober 2024 als erste europäische Behörde den Widerruf dieser Zulassungen gemäß Artikel 44 der EU-Pestizidverordnung in Aussicht: Alle Inhaber von Zulassungen für Flufenacet-haltige Pestizidprodukte wurden informiert, dass ein Widerruf der Zulassung gemäß Artikel 44 beabsichtigt sei. Als Gründe hatte das BVL Erkenntnisse aus der EU-Wirkstoffprüfung – hormonschädigende Eigenschaften des Wirkstoffs und neue Erkenntnisse zu dem Metaboliten TFA – genannt. Kurz darauf ruderte es jedoch zurück und erklärte, man wolle die europäische Entscheidung abwarten[53].

Diese Beispiele zeigen, dass Deutschland mit den Forschungsberichten des UBA wesentliche Beiträge zum Verständnis der TFA-Problematik geleistet und mit der – wenn auch erfolglosen – Beschränkungsinitiative für Flufenacet-Pestizide wichtige handlungspolitische Impulse gegeben hat. Auch das BVL hat Ansätze erkennen lassen, die ein Bewusstsein für die Problematik und die Notwendigkeit eines regulatorischen Eingreifens aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse vermuten lassen. Unterm Strich ist das deutsche Vorgehen jedoch zögerlich. Verglichen damit ist Dänemark von Beginn an konsequent und geradlinig vorgegangen.

3.2.2 Dänemark: Erste nationale Verbote

Der erste europäische Mitgliedstaat, der nationale Verbote für PFAS-Pestizide erfolgreich verhängt hat, ist Dänemark. Am 8. Juli 2025 hat die dänische Umweltbehörde (Miljøstyrelsen) eine Liste von 23 Pestizidprodukten mit PFAS-Wirkstoffen veröffentlicht[54], denen die Genehmigung entzogen wurde; weitere zehn Mittel sollen in den kommenden Monaten folgen[55].

Die ausgesprochenen Verbote betreffen Mittel mit verschiedenen PFAS-Pestizidwirkstoffen[10]. Für 14 Mittel wurden Aufbrauchsfristen bis Ende 2025 festgelegt, für acht Mittel bis Ende 2026, bei einem Mittel ist die Frist noch umstritten.

Den Verboten vorausgegangen war das 2022 von der dänischen Umweltbehörde initiierte Forschungsprojekt TriFluPest, das von den *Nationalen Geologischen Untersuchungen für Dänemark und Grönland* (GEUS) durchgeführt wurde. Ziel dieses Projekts war es, systematisch zu klären, ob und in welchem Umfang die wichtigsten in Dänemark eingesetzten PFAS-Pestizide zu TFA abgebaut werden.

10 Dabei handelt es sich um die Wirkstoffe Fluazinam, Fluopyram, Diflufenican, Mefentrifluconazol, Tau-Fluvalinat und Flonicamid

In Laborversuchen über 52 Wochen wurden sieben der in der Landwirtschaft am weitesten verbreiteten PFAS-Wirkstoffe untersucht. Dabei zeigte sich, dass alle getesteten Wirkstoffe zur Bildung von TFA führten[56]. Parallel zu den GEUS-Ergebnissen bezog die Behörde auch neue Bewertungen der EU in ihre Entscheidung ein.

Die Behörde stellte fest, dass TFA durch seine hohe Wasserlöslichkeit und Stabilität leicht aus dem Boden ausgewaschen wird und ins Grundwasser gelangt. Damit bestätigte das Projekt, dass Pestizide neben industriellen Quellen wie F-Gasen eine relevante Ursache der TFA-Belastungen im Grundwasser darstellen.

Die weitere Zulassung der betroffenen Mittel sei daher nicht mit dem Schutz des Grundwassers vereinbar, so die Behörde. Sie führte eine Anhörung der Hersteller durch und sprach schließlich Verbote aus. Bei der Festlegung der Übergangsfristen wurden sowohl Umwelt- als auch wirtschaftliche Aspekte abgewogen. Besonders hart trifft das Verbot die Produktion von Stärkekartoffeln, für die alternative Pflanzenschutzprodukte nur begrenzt verfügbar sind, so die dänische Behörde.

Dieses Vorgehen macht Dänemark zum ersten EU-Mitgliedstaat, der seiner rechtlichen Verpflichtung zum Schutz des Grundwassers nachkommt und PFAS-Pestiziden auf nationaler Ebene die Zulassung entzogen hat. Damit sendet Dänemark ein wichtiges Signal an die übrigen Mitgliedstaaten wie auch an die EU-Kommission.

Informationen darüber, welche Maßnahmen die weiteren Mitgliedstaaten der nördlichen Zulassungszone – Schweden, Finnland, Estland, Lettland und Litauen – bereits ergriffen haben oder aktuell ausarbeiten, liegen uns bislang nicht vor. Ebenso fehlen uns Hinweise auf laufende Aktivitäten der übrigen 21 Mitgliedstaaten.

Dennoch gibt es Gründe zur Zuversicht, dass Pflanzenschutzmittel mit PFAS-Wirkstoffen in absehbarer Zeit aus den europäischen Verkaufsregalen verschwinden werden. Denn die gesetzlichen Grundlagen sind eindeutig.

Letztlich kann die von der EU-Pestizidverordnung geforderte Neubewertung bestehender Zulassungen von PFAS-Pestiziden mit einer C-CF_3-Gruppe – unabhängig davon, welcher Mitgliedstaat die Prüfung durchführt – nur zu einem Ergebnis führen: Die Zulassungen müssen widerrufen werden. Die Eigenschaften des Abbauprodukts TFA sind nämlich von landesspezifischen ökologischen, klimatischen oder landwirtschaftlichen Besonderheiten weitgehend unabhängig.

Die entscheidende Frage ist jedoch, wie lange die gesetzlich klar geforderten Entscheidungen von den politisch Verantwortlichen noch hinausgezögert werden. Früher oder später wird sich jede Regierung gegenüber ihren Wähler:innen erklären müssen, warum sie – nachdem feststand, dass eine fortpflanzungsgefährdende und damit potenziell gesundheitsgefährdende Ewigkeitschemikalie das Trinkwasser belastet – nur zögerlich handelte.

3.3. DIE EU-KOMMISSION IN DER VERANTWORTUNG

Der Europäische Gerichtshof hat klargestellt, dass nicht nur die Mitgliedstaaten in der Pflicht stehen, sondern dass auch die Europäische Kommission verpflichtet ist, tätig zu werden, wenn sich schädliche Auswirkungen eines Wirkstoffs zeigen. Konkret bedeutet dies: Bestehende Wirkstoffgenehmigungen dürfen nicht verlängert und müssen gegebenenfalls gemäß Artikel 21 der EU-Pestizidverordnung aufgehoben werden.

Knapp fünf Jahre nachdem Bayer darüber informiert hatte, dass ein Pestizidmetabolit, der überall im Trinkwasser und in pflanzlichen Lebensmitteln nachweisbar ist, im Tierexperiment schwere Fehlbildungen an Föten verursacht, ist von einem konsequenten Handeln der Kommission leider noch wenig zu sehen. Zwar stellte sie bereits 2021 fest, dass bestimmte PFAS-Pestizide Vorläufersubstanzen von TFA sind und dass TFA in mehreren Mitgliedstaaten im Grundwasser sowie im Trinkwasser oberhalb des Grenzwerts von 0,1 µg/L nachgewiesen wurde – im Grundwasser sogar beim Hundertfachen dieses Werts[57]. Doch blieb diese Feststellung ohne unmittelbare regulatorische Konsequenzen.

Mit mehr als drei Jahren Verzögerung gab die Kommission im Mai 2024 erstmals zu Protokoll, dass TFA als relevanter Metabolit anzusehen ist[58]. Der erste Vorschlag für ein Verbot zweier PFAS-Pestizide kam erst im Dezember 2024[59]. Im März 2025 stimmte eine Mehrheit der Mitgliedstaaten dem Vorschlag für Flufenacet zu. Dieses Verbot war jedoch faktisch unvermeidlich, da der Wirkstoff zusätzlich als hormonschädigend eingestuft war und daher ohnehin nicht hätte verlängert werden dürfen. Anders verlief der Prozess bei Flutolanil: Zwar wurde dessen Verbot von der Kommission mit den TFA-Emissionen begründet, doch scheiterte eine entsprechende Entscheidung bislang am Widerstand einiger Mitgliedstaaten.

Damit stellt sich die Frage, ob die Kommission ihrer Rolle als „Hüterin der Verträge" gerecht wird. Denn sie hat die Aufgabe, die Einhaltung von EU-Recht zu prüfen und die Nichteinhaltung gegebenenfalls zu ahnden. Die EU-Pestizidverordnung schreibt unmissverständlich vor, dass eine erneute Genehmigung nicht erteilt werden darf, wenn eine Kontamination des Grundwassers oberhalb des Schwellenwerts von 0,1 µg/L zu erwarten ist, oder wenn die Produkte, die den Wirkstoff enthalten, Abbauprodukte in Lebensmitteln hinterlassen, die als wahrscheinlich reproduktionstoxisch einzustufen sind.

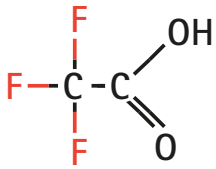
4. TFA und die Gesundheit: die Zeit drängt

Da man inzwischen viel über die von langkettigen PFAS verursachten Gesundheitsschäden weiß, aber noch wenig über TFA, lohnt sich ein Blick auf dieses vorhandene Wissen, um abzuschätzen, was mit einem kontinuierlichen Anstieg der TFA-Belastung von Nahrung und Trinkwasser auf uns zukommen könnte.

Epidemiologische Untersuchungen belegen für mehrere langkettige PFAS einen Zusammenhang mit signifikant erhöhten Sterberaten durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie mit bestimmten Krebsarten, etwa Nieren- und Hodenkrebs. Zwei dieser Substanzen – PFOA und PFOS – wurden von der Internationalen Krebsagentur der WHO (IARC) als krebserregend bzw. wahrscheinlich krebserregend für den Menschen eingestuft. Weitere, durch epidemiologische Studien gestützte Hinweise betreffen eine geschwächte Immunantwort, ein erhöhtes Risiko für Schwangerschaftskomplikationen sowie Entwicklungsstörungen bei Neugeborenen.

Vor diesem Hintergrund bereitet die allgegenwärtige Verbreitung dieser „Ewigkeitschemikalien" Gesundheitsbehörden weltweit zunehmend Sorgen.

4.1 VON PFOA ZU TFA – LEHREN AUS DER GESCHICHTE DER PFAS-RISIKOBEWERTUNG



TFA (C2)

Die Geschichte von PFOA (Perfluoroctansäure) zeigt beispielhaft, wie gravierend die Risiken dieser Stoffgruppe zunächst verkannt wurden. PFOA, das wahrscheinlich prominenteste Mitglied der PFAS-Familie, gehört – ebenso wie TFA – zur Untergruppe der perfluorierten Alkylcarbonsäuren (PFCAs), wobei TFA das kleinste Mitglied dieser Gruppe darstellt. Es unterscheidet sich von PFOA lediglich durch eine kürzere Kohlenstoffkette, nicht jedoch durch seine chemische Grundstruktur.

Dass PFOA heute zu den am strengsten regulierten Industriechemikalien weltweit zählt, ist nicht die Folge proaktiver Regulierung, sondern die verspätete Reaktion auf einen jahrzehntelangen Vertuschungsskandal.[60]

Bereits in den 1950er-Jahren wussten US-amerikanische PFAS-Hersteller, dass sich ihre Produkte im menschlichen Blut anreichern. In den 1960er-Jahren lagen bereits interne Hinweise auf gesundheitliche Risiken vor. Spätestens seit 1981 war den Unternehmen bekannt, dass PFOA und PFOS Fehlbildungen bei Föten hervorrufen können. In Tierversuchen traten auffällige Augenmissbildungen bei neugeborenen Ratten auf[61]; ähnliche Beobachtungen gab es bei Kindern von Mitarbeiterinnen, die während der Schwangerschaft mit PFOA gearbeitet hatten[62]. In den folgenden Jahrzehnten dokumentierten die Unternehmen erhöhte Krebsraten unter PFAS-Arbeiter:innen sowie eine Zunahme von Tumoren in Tierversuchen – Informationen, die sie jedoch unter Verschluss hielten[63]. Statt die zuständige US-Umweltbehörde zu informieren, pflegten sie das Image der PFAS durch gezielte PR-Kampagnen.

Das trug dazu bei, dass es sehr lange dauerte, bis die US-Behörden das tatsächliche Ausmaß der Gesundheitsrisiken von PFOA und anderen PFAS erkannten. Im April 2024 wurden endlich ein protektiver landesweiter Trinkwassergrenzwert für PFOA festgelegt. Und der hatte es in sich: 4 ng/L wurde als gesetzlich zulässige Obergrenze für die Belastung mit PFOA festgelegt. Das ist weniger als ein halber Tropfen in einem olympischen Schwimmbecken. Die Vorstellung, dass von einer so geringen Menge noch ein Risiko ausgehen kann, fällt uns schwer. Doch die US-Umweltschutzbehörde (EPA) erklärte, dass selbst bei dieser niedrigen Konzentration ein Risiko nicht auszuschließen sein und ein Grenzwert von Null anzustreben wäre. Denn es gäbe „kein Expositionsniveau für diese Schadstoffe ohne Risiko für gesundheitliche Auswirkungen, einschließlich bestimmter Krebsarten."[64]

Auch in der EU wurde das Risiko von PFAS über eine sehr lange Zeit massiv unterschätzt. So hielt die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) bis 2018 eine tägliche Aufnahme von 1.500 ng PFOA pro Kilogramm

Körpergewicht für unbedenklich. Im Jahr 2020 senkte sie diesen Wert – nach Auswertung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse – auf 0,63 ng/kg Körpergewicht. Anders ausgedrückt: Das Risiko ist nach heutigem Stand des Wissens mehr als 2.000 Mal größer als zuvor angenommen.

Ursachen für derartige Fehleinschätzungen sind oftmals ein Mangel an Sorgfalt und Vorsicht, verknüpft mit einem Übermaß an Vertrauen in die Angaben der Industrie. Die sich daraus ergebenden Folgen für die öffentliche Gesundheit können schwerwiegend sein. Denn das Verkennen von Risiken untergräbt den Schutz von Mensch und Umwelt und ermöglicht die Vermarktung gesundheitsgefährlicher Produkte.

Wie wir in diesem Kapitel sehen werden, droht eine Unterschätzung der Risiken auch bei TFA.

4.2 EFSA – VIEL VERTRAUEN, WENIG KONTROLLE

Was die größte globale Kontamination unserer Wasserressourcen rückblickend vermutlich verhindert hätte, wäre ein frühzeitiges Erkennen der fortpflanzungsgefährdenden Eigenschaften von TFA gewesen. Daher drängt sich die Frage auf: Wie konnte es dazu kommen, dass die schwerwiegende toxikologische Gefahrenlage von TFA – einer Substanz, die sich seit Jahrzehnten in der Umwelt und im Wasserkreislauf anreichert – erst im Jahr 2021 erkannt wurde? Warum wurde keine grundlegende toxikologische Untersuchung durchgeführt – oder, falls doch, warum wurden deren Ergebnisse nicht offengelegt? Welche Rückschlüsse lassen sich daraus auf die Verantwortung der chemischen Industrie und das Funktionieren behördlicher Begutachtungs- und Kontrollmechanismen ziehen? Werfen wir also einen Blick in die Unterlagen früherer Genehmigungsverfahren.

Das Vorsorgeprinzip in Artikel 191 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union soll auf der Grundlage vorsorgender Entscheidungen im Risikofall ein hohes Umweltschutzniveau sicherstellen.

Das heißt, es ermöglicht auch in Situationen der wissenschaftlichen Ungewissheit vorsorgendes Handeln. In diesen Fällen muss die EU/der Staat nicht abwarten, bis Gewissheit besteht, sondern er kann unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit aufden Anlass der Besorgnis reagieren und vorsorglich Beschränkungen oder Verbote auferlegen.

Bereits im Jahr 1998 – vier Jahre vor der Gründung der Europäischen Lebensmittelagentur (EFSA) als oberste europäische Aufsicht für Lebensmittelsicherheit – geriet TFA als Abbauprodukt von PFAS-Pestiziden in den Fokus europäischer Behörden. Das zeigen bislang unveröffentlichte Recherchen von GLOBAL 2000 und des Europäischen Pestizid-Aktionsnetzwerks PAN Europe. Anlass war die Wirkstoffprüfung des Herbizids Flurtamon.

4.2.1 Flurtamon: 1998 – 2018

Die Europäische Kommission ersuchte den Wissenschaftlichen Ausschuss für Pflanzen (Scientific Committee on Plants, SCP) um eine Beurteilung der Abbauprodukte des PFAS-Pestizids – insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Grundwasserkontamination und potenzielle gesundheitliche Risiken.

Dieser stellte im Juli 1998 fest, dass TFA ein Abbauprodukt von Flurtamon ist und ein hohes Potenzial zur Verunreinigung des Grundwassers aufweist. Zwar hätten die Antragsteller argumentiert, TFA sei aus öko- und humantoxikologischer Sicht unbedenklich, haben dafür jedoch keinerlei Belege vorgelegt. Gleichzeitig verwies der Ausschuss auf unabhängige Studien, die auf mögliche Risiken für die menschliche Gesundheit hindeuteten:

„Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Metabolit TFA ein Kontaminationsrisiko für das Grundwasser darstellt. Mangels toxikologischer Daten zu Säugetieren war der Ausschuss aber nicht in der Lage, das Gesundheitsrisiko zu bewerten."

(eigene Übersetzung, SCP Opinion, 1998, S. 2)[65]

In der Folge führte der Antragsteller ergänzende Studien durch und legte die Daten der Kommission vor. Im Jahr 2001 wurde der wissenschaftliche Ausschuss daher erneut von der EU-Kommission beauftragt – diesmal mit der konkreten Frage:

„Kann der Ausschuss angesichts der neuen Informationen, die vom Antragsteller vorgelegt wurden, bestätigen, dass Trifluoressigsäure (TFA) kein unannehmbares Risiko für das Grundwasser darstellt?"[66]

In seiner 2001 angenommenen Stellungnahme stellte der Ausschuss zu den neu vorgelegten Daten fest, dass diese hinsichtlich der Wasser-Toxizität ziemlich umfangreich seien, jedoch in Bezug auf mögliche gesundheitliche Risiken lediglich einige wenige toxikologische Daten enthielten. Während die Wasserdaten dem Scientific Committee die Schlussfolgerung erlaubten, dass „die beobachtete Auswaschung von TFA kein unannehmbares Risiko für aquatische Organismen über das Grundwasser darstellt", reichten die toxikologischen Informationen nicht für eine vollständige Bewertung von TFA aus. Wie der Ausschuss ausdrücklich festhielt, **würden Studien zur Reproduktionstoxizität, Langzeittoxizität und Karzinogenität fehlen**. Die vorgelegten Daten waren daher unzureichend für eine abschließende gesundheitliche Risikobewertung.[67] Die konkrete Frage der Kommission, ob der wissenschaftliche Ausschuss bestätigen könne, dass TFA kein unannehmbares Risiko für das Grundwasser darstellt, war damit zu verneinen. Dennoch wurde der Wirkstoff Flurtamon im Jahr 2004 EU-weit zugelassen – und dieses Beispiel machte Schule. **Flurtamon war nur der erste von vielen Wirkstoffen, die trotz drängender aber ungelöster Fragen zur Toxizität von TFA zugelassen wurden, wie im Folgenden gezeigt wird.**

An dieser Stelle sei nochmals betont, dass wir in unseren Recherchen – und auch auf Anfrage bei der EFSA – keine Hinweise finden konnten, dass die Bedenken des wissenschaftlichen Ausschusses hinsichtlich ungeklärter Gesundheitsrisiken von TFA in substanziellem Umfang adressiert worden wären.

Für Flurtamon selbst schlug die EFSA 2017 die Klassifizierung als krebserregend Kategorie 2 vor[68], was aber anscheinend nicht erfolgte, denn in der Datenbank der ECHA ist keine diesbezügliche Klassifizierung zu finden. Allerdings wurde am 24. Oktober 2018 vom Ständigen Ausschuss der Mitgliedstaaten für Pflanzen, Tiere, Lebensmittel und Futtermittel beschlossen, die Genehmigung für diesen Wirkstoff nicht zu erneuern, weil eine erbgutschädigende Wirkung nicht ausgeschlossen werden konnte.

4.2.2 Fluazinam: 2008 bis heute

Im Jahr 2008 bewertete die EFSA den PFAS-Pestizidwirkstoff Fluazinam. In ihrer abschließenden Bewertung stellte die Behörde fest, dass auch dieser Wirkstoff zu TFA abgebaut wird – welches in allen behandelten Kulturen und insbesondere in Nachfolgekulturen in signifikanten Mengen nachweisbar ist.[69] Zugleich erinnerte sie daran, dass TFA zuletzt 2001 vom Wissenschaftlichen Ausschuss für Pflanzen (SCP) diskutiert wurde, damals mit dem Ergebnis: toxikologische Daten unzureichend. Auch 2008 hielt die EFSA fest, dass eine abschließende Bewertung des Verbraucherrisikos nicht möglich sei, da weiterhin toxikologische Daten zu TFA fehlen[70].

Problematisch ist die Erwähnung von „neuerer Literatur", die auf mögliche teratogene Effekte[11] von TFA hinweise. Die abschließende Bewertung der EFSA zu Fluazinam belegt somit, dass die Behörde schon vor über 17 Jahren von einer potentiellen Fortpflanzungsschädigung durch TFA wusste.

Zudem geht aus dieser abschließenden Bewertung hervor, dass der EFSA bereits bekannt war, dass TFA sich in landwirtschaftlichen Produkten (insbesondere in Folgekulturen) anreichert und durch Abbauprozesse aus einer Vielzahl von Pestiziden entstehen kann.

Besondere Brisanz aus regulatorischer Sicht hat der Umstand, dass Fluazinam, also die Substanz aus der TFA als Abbauprodukt (Metabolit) gebildet wird, in einer Rattenstudie Skelettanomalien und weiter Entwicklungsstörungen verursachte, weshalb die EFSA den Wirkstoff als reproduktionstoxisch der Kategorie 2 einstufte[12]. Nach der Leitlinie der EU-Kommission zur Bewertung von Metaboliten im Grundwasser[71] hätte dies zur Folge haben müssen, dass der Metabolit TFA als reproduktionstoxisch betrachtet und somit als toxikologisch relevant eingestuft wird. Auch wäre eine Studie zur Abklärung der Reproduktionstoxizität von TFA erforderlich gewesen.

Die EFSA unterließ dies jedoch: TFA wurde weiterhin als nicht relevanter Metabolit behandelt. Somit konnte auch Fluazinam eine Zulassung erhalten. Diese besteht bis heute. Hinweise, dass die offenen Fragen zum gesundheitlichen Risiko von TFA je geklärt wurden, fanden wir nicht.

4.2.3 Fluometuron: 2010 bis heute

Im Jahr 2011 prüfte die EFSA einen weiteren PFAS-Wirkstoff: Fluometuron. Auch hier vermerkte die Behörde in ihrem Bericht, dass aufgrund der offenen Fragen zu den toxikologischen Eigenschaften von TFA die Bewertung des Verbraucherrisikos als provisorisch zu betrachten ist. In ihrem Bewertungsbericht heißt es ausdrücklich: „Es wurden nicht genügend Informationen zu TFA bereitgestellt, um eine Schlussfolgerung zu seinen toxikologischen Eigenschaften ziehen zu können, und eine Datenlücke wurde festgestellt."[72]

Trotzdem erhielt Fluometuron eine Zulassung, die bis heute gilt. Auch hier keine Hinweise, dass die EFSA je die fehlenden toxikologischen Informationen eingefordert hätte.

Fluometuron selbst ist bei der ECHA als krebserregend und reproduktionstoxisch (beides in der Kategorie 2) gelistet. Letzteres wurde von der EFSA in ihrer Bewertung aus dem Jahr 2011 nicht berücksichtigt.

Die Fälle von Fluometuron, Fluazinam und Flurtamon verdeutlichen ein grundsätzliches Muster:

Schon vor über 20 Jahren war bekannt, dass PFAS-Pestizide eine langlebige „Ewigkeitschemikalie" freisetzen, die sich in Böden und Lebensmitteln anreichert – dennoch wurden ihre möglichen Gesundheits- und Umweltrisiken nicht untersucht, obwohl konkrete Hinweise darauf vorlagen.

Zudem sind die oben genannten „Mutterpestizide" selbst inzwischen als vermutlich oder wahrscheinlich krebserregend und/oder fortpflanzungsgefährdend eingestuft. Dieses Muster findet sich nicht nur bei den hier dargestellten Fällen, sondern bei mittlerweile 14 PFAS-Pestiziden (siehe Tabelle 1), die als karzinogen oder reproduktionstoxisch der Kategorie 1B oder 2 eingestuft sind. Warum TFA, das zentrale Abbauprodukt dieser Wirkstoffe, dennoch über Jahre hinweg als „nicht relevanter Metabolit" eingestuft wurde, bleibt erklärungsbedürftig.

11 die vorgeburtliche Entwicklung störende Effekte

12 Die damalige R63-Einstufung entspricht der heutigen Klassifizierung „reproduktionstoxisch Kategorie 2"

Tabelle 1: *PFAS-Pestizide, die laut ECHA als karzinogen (Carc) oder reproduktionstoxisch (Repro) eingestuft sind, wobei Kategorie 2 „vermutlich" und Kategorie 1B „wahrscheinlich beim Menschen" bedeutet.*

Wirkstoff	Kategorie	Genehmigungsende
Benfluralin	Carc2, Repro2	12.02.2023
Cyflumetofen	Carc 2	noch genehmigt
Fluazifop-P-butyl	Repro2	noch genehmigt
Fluazinam	Repro2	noch genehmigt
Fluometuron	Carc2, Repro2	noch genehmigt
Fluopicolid	Repro2	noch genehmigt
Flurochloridon	Repro 2	noch genehmigt
Flurtamon	Carc2 (Vorschlag EFSA 2017)	27.12.2018
Isoxaflutol	Repro 2	noch genehmigt
Metaflumizon	Repro 2	31.12.2024
Tembotrion	Repro2	noch genehmigt
Triflumizole	Repro 1B	30.06.2020
Trifluralin	Carc2, Repro2	verboten ohne Datum
Trisulfuron	Carc2	20.11.2023

4.2.4 Erstmalige Risikobewertung von TFA durch EFSA im Jahr 2014

2013 – mehr als 15 Jahre, nachdem erste wissenschaftliche Ausschüsse auf offene Fragen zu TFA hingewiesen hatten – schien Bewegung in die Sache zu kommen. Der Chemiekonzern BASF beantragte, höhere Rückstandshöchstgehalte für das PFAS-Pestizid Saflufenacil zu genehmigen. Die EU-Kommission beauftragte die EFSA deshalb, mögliche Risiken für Verbraucher zu bewerten – nicht nur für Saflufenacil selbst, sondern auch für dessen Abbauprodukt TFA sowie für TFA aus anderen Quellen wie weiteren PFAS-Pestiziden oder aus der Umwelt. Doch der 2014 veröffentlichte Abschlussbericht[73] enthielt nicht die längst überfällige, sorgfältige toxikologische Bewertung von TFA.

Der Bericht zeigt, wie dicht schon damals die Hinweise auf die weite Verbreitung von TFA in landwirtschaftlichen Böden und in pflanzlichen Erzeugnissen waren. In Untersuchungen von pflanzlichen Erzeugnissen, die mit dem PFAS-Pestizid behandelt wurden, trat TFA als überwiegender Rückstand auf – in Mais, Tomaten, Soja oder Trauben machte es bis zu 80 % der gesamten Rückstandsfraktion aus.

Die Behörde wusste, dass TFA nicht nur in behandelten Pflanzen selbst entsteht, sondern auch aus dem Boden aufgenommen wird und sich dadurch nachfolgend in Kulturen anreichert, die gar nicht mit PFAS-Pestiziden behandelt wurden. Wirklich überraschend war das nicht, denn die EFSA-Expert:innen hatten in ihrem Bericht 33 PFAS-Wirkstoffe mit dem Potenzial zur TFA-Freisetzung identifiziert.[74]

Doch so dicht die Hinweise auf eine erhebliche Exposition der europäischen Bevölkerung durch TFA waren, so dünn war das Wissen über mögliche Gesundheitsrisiken – wie aus dem EFSA-Bericht hervorgeht. Es gab:

- keine Langzeitstudie zu Krebs,
- keine Langzeitstudie zur chronischen Toxizität,
- keine Studien zur Reproduktionstoxizität (zur Abklärung von Effekten auf die Fruchtbarkeit),
- keine Studie zu möglichen endokrinen Wirkungen.

Besonders schockierend: Der EFSA lag noch immer keine auswertbare Studie vor, die untersucht, ob TFA beim Fötus Missbildungen verursacht. Denn Bayer hatte der EFSA lediglich eine Zusammenfassung über eine Teratogenitätsstudie an Ratten übermittelt, nicht aber den Original-Studienbericht. Die Behauptung Bayers, dass die Studie keine Anhaltspunkte für eine Teratogenität von TFA liefere, war daher nicht überprüfbar. Die EFSA selbst schrieb:

„Die Akzeptanz kann nicht bewertet werden, da die Rohdaten nicht verfügbar sind."

(S. 11, eigene Übersetzung)

Alles, was der EFSA laut eigener Auskunft vorlag, waren die vollständigen Studienberichte über eine 24-Tage- und eine 90-Tage-Fütterungsstudie, einige Kurzzeit-Tests sowie Tests mit Bakterien und Zellkulturen. Mit anderen Worten: Eine denkbar unzureichende Ausgangslage für die Bewertung des Risikos, dem der Mensch bei lebenslanger Aufnahme von TFA über Nahrung und Trinkwasser ausgesetzt ist.

Der PFAS-Pestizidhersteller Bayer sah das jedoch anders. In einem – leider nicht öffentlich verfügbaren – „Positionspapier", das er der EFSA übermittelt hatte, führte Bayer aus, wie man auf Basis der vorliegenden Studien die für den Menschen gesundheitlich akzeptable tägliche Aufnahmemenge, einen sogenannten ADI-Wert (Acceptable Daily Intake), für TFA herleiten könne. Dieser Wert sollte laut Bayer bei 50 µg/kg Körpergewicht pro Tag liegen.

Und die EFSA? Sie hätte als höchste europäische Gesundheitsbehörde an dieser Stelle klarstellen können - unserer Ansicht nach müssen - dass eine seriöse und verlässliche Bewertung der Langzeitrisiken von TFA – wie sie aufgrund der flächendeckenden Verbreitung geboten war – mit den vorliegenden Daten nicht möglich ist. Spätestens jetzt hätte die EFSA die Durchführung der fehlenden Studien veranlassen müssen.

Was sie tat, war das Gegenteil. Sie erklärte:

> *„Dem in dem von Bayer CropScience (Bayer CropScience, 2013) vorgelegten Positionspapier vorgeschlagenen Ansatz zur Ableitung des ADI von 0,05 mg/kg Körpergewicht pro Tag wird zugestimmt."* (Seite 11, eigene Übersetzung)

Somit legte die EFSA den vom PFAS-Pestizidhersteller Bayer vorgeschlagenen ADI-Wert von **50 µg/kg Körpergewicht** als **temporären ADI** fest – einen Wert, der bis heute Gültigkeit hat und derzeit von der EFSA überarbeitet wird (mehr dazu in Abschnitt 4.5).

Wie sehr Bayer – und damit auch die EFSA – bei der Festlegung dieses ADI-Werts gegen einschlägige WHO-Leitlinien verstoßen haben, ist Gegenstand des nächsten Kapitels, in dem wir uns mit den Regeln für die Ableitung gesundheitlicher Richtwerte befassen.

4.2.5 Wie viel TFA verträgt der Mensch?

Bei der Bewertung der chronischen Toxizität stellt sich die zentrale Frage, welche Menge eines Schadstoffs ein Mensch über lange Zeiträume – im Extremfall ein Leben lang – täglich aufnehmen kann, ohne dass eine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist. Diese Menge bezeichnet man als ADI (Acceptable Daily Intake).*[13]

Für die Ableitung des ADI stützen sich die Behörden auf Untersuchungen mit Labortieren – sogenannte Langzeitstudien. In diesen Studien werden Tiere (meist Mäuse oder Ratten) über ein Jahr oder länger unterschiedlichen Dosierungen der Testsubstanz ausgesetzt. Ziel ist es, die Dosis zu ermitteln, bei der im Vergleich zur Kontrollgruppe keine schädlichen Wirkungen beobachtet werden. Diese Dosis ist der sogenannte **N**o **O**bserved **A**dverse **E**ffect **L**evel (NOAEL). Nach den geltenden Regeln sollte der niedrigste NOAEL aus allen verfügbaren Studien die Grundlage für die Ableitung des ADI bilden.

Da die Übertragung von Tierversuchsdaten auf den Menschen mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist, werden dabei sogenannte Extrapolation Unsicherheitsfaktoren (UF) angewendet. Die entsprechenden Vorgaben sind in den WHO-Leitlinien[75] festgelegt, auf die auch die EFSA zurückgreift[76] (siehe Abb. 6).

---

13 Für diesen gesundheitlichen Richtwert existieren unterschiedliche Bezeichnungen, die jedoch dasselbe ausdrücken: die „akzeptable" bzw. „tolerierbare" tägliche Aufnahmemenge einer Chemikalie bezogen auf das Körpergewicht. Für bewusst eingebrachte Stoffe wie Pestizidrückstände oder Lebensmittelzusatzstoffe wird der Acceptable Daily Intake (ADI) hergeleitet. Für unbeabsichtigt aufgenommene Umweltschadstoffe wird meist der Tolerable Daily Intake (TDI) verwendet. Im Fall von TFA sind beide Expositionswege relevant: Einerseits gelangt TFA als Metabolit von PFAS-Pestiziden in die Nahrungskette, andererseits über Umweltquellen wie F-Gase oder industrielle Anwendungen. Je nach Kontext finden sich daher beide Begriffe – toxikologisch sind sie identisch. Da der Fokus dieser Arbeit auf TFA als Abbauprodukt von PFAS-Pestiziden liegt, verwenden wir im Folgenden den Begriff ADI.

Abb. 6: *Bei der Übertragung (Extrapolation) der im Tierversuch beobachteten Effekte auf den Menschen sollten laut WHO folgende Unsicherheitsfaktoren (UF) angewendet werden.*

NOAEL → **ADI**

Unsicherheits-Faktoren (UF):

Interspezies-Variabilität:	10
Intraspezies-Variabilität:	10
Mängel in der Schlüsselstudie:	1–10
Mängel in der Datenbasis	1–10(0)
Schwere des Effekts	1–10

Verpflichtend ist dabei die Anwendung zweier Standard-Unsicherheitsfaktoren von jeweils 10 zur Berücksichtigung der Unterschiede zwischen Tier und Mensch *(Interspezies-Variabilität)* sowie zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Empfindlichkeit innerhalb der menschlichen Bevölkerung *(Intraspezies-Variabilität)*.

Fehlende Langzeitstudie

Im Fall von TFA existierte keine Langzeitstudie (mit einer Studiendauer von einem Jahr oder länger). Bayer schlug daher vor, die eigene 90-Tage-Studie als Grundlage zu verwenden und die verkürzte Studiendauer lediglich mit einem zusätzlichen Unsicherheitsfaktor von 2 zu berücksichtigen.

Die WHO-Leitlinien sehen jedoch für Mängel in der Schlüsselstudie einen zusätzlichen UF von bis zu 10 vor. Angesichts der Tatsache, dass TFA eine flächendeckend im Wasser und in pflanzlichen Lebensmitteln nachweisbare „Ewigkeitschemikalie" ist, der Menschen somit täglich, lebenslang und über Generationen hinweg ausgesetzt sein werden, ist eine Versuchsdauer von nur 90 Tagen ein schwerer Mangel und Faktor von 2 völlig unzureichend. Ein UF von 10 wäre hier gerechtfertigt.

Fehlende Berücksichtigung von Datenlücken

Ein zweiter schwerer Mangel der Risikobewertung durch Bayer – und damit auch der EFSA – betrifft die fehlende Berücksichtigung von Datenlücken. Die WHO empfiehlt zur Einbeziehung von Defiziten in der toxikologischen Datenbasis – also in der Gesamtheit aller verfügbaren Studien – einen zusätzlichen UF von 1 bis 10 (bei gravierenden Lücken bis zu 100). Nur wenn die Datenlage „vollständig" ist, kann auf diesen Zusatzfaktor verzichtet werden.

Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass für bestimmte krebserregende, hormonell wirksame oder fortpflanzungsschädigende Eigenschaften keine sichere Dosis festgelegt werden kann – und es somit auch keine akzeptable tägliche Aufnahmemenge für den Menschen geben kann. Doch gerade Studien, mit denen sich das Vorliegen von solchen potenziell inakzeptablen Eigenschaften prüfen ließe, fehlen bei TFA seit Jahrzehnten.

Bayer hat sich daran offenbar wenig gestört: Die Ableitung des ADI durch den Pestizidhersteller blendete das Fehlen wesentlicher Studien zur Gefahreneinstufung vollständig aus. Dass die EFSA trotz dieser offensichtlichen Mängel den von Bayer vorgeschlagenen ADI übernahm, stellt nach Ansicht der Autoren eine schwere Verletzung anerkannter Grundsätze der Risikobewertung dar.

Im Fall von TFA ist die fortgesetzte Ignoranz gegenüber den Datenlücken besonders brisant, da für andere strukturell eng verwandte PFAS inzwischen karzinogene, reproduktionstoxische und immuntoxische Effekte[77] bekannt sind.

Konsequenzen der Fehlbewertung

Ein Gesamt-Unsicherheitsfaktor von 10.000 hätte im Einklang mit den WHO-Leitlinien gestanden und wäre zur Berücksichtigung der beschriebenen Mängel angemessen gewesen. Daraus hätte sich ein vorsorgeorientierter ADI von 1 µg/kg Körpergewicht pro Tag ergeben – verbunden mit der Verpflichtung, ergänzende Studien einzufordern.

Bei dem von Bayer vorgeschlagenen und von der EFSA akzeptierten ADI von 50 µg/kg Körpergewicht und Tag handelte es sich formal zwar lediglich um einen „vorläufigen" ADI – doch die Konsequenzen waren erheblich und wirken bis heute nach. Die EFSA verwendete den Wert 2014 zur Abschätzung des europäischen Verbraucherrisikos und gab Entwarnung: Die Exposition der Europäer:innen durch TFA betrage maximal 5 % der akzeptablen Dosis, erklärte die EFSA unter Berufung auf den von Bayer vorgeschlagenen, fehlerhaften Referenzwert.

Ein im Einklang mit den WHO-Leitlinien abgeleiteter ADI hätte dagegen gezeigt, dass ein Gesundheitsrisiko – insbesondere für empfindliche Bevölkerungsgruppen – durch die Aufnahme von TFA-Rückständen nicht auszuschließen ist. Dies hätte die EU-Kommission und die Mitgliedstaaten alarmieren und zum Handeln verpflichten müssen. PFAS-Pestizide wären heute – über zehn Jahre später – möglicherweise bereits Geschichte.

4.3 STÄRKEN UND SCHWÄCHEN DER DEUTSCHEN RISIKOBEWERTUNG

Deutschland war unseres Wissens nach das erste Land, in dem eine Risikobewertung von TFA durch eine Behörde vorgenommen wurde, die schließlich zur Festlegung eines sogenannten „Trinkwasserleitwertes" führte, also der Empfehlung für eine maximal zulässige TFA-Konzentration im Trinkwasser.

Bereits 2008 hatte sich das Umweltbundesamt (UBA) mit TFA befasst und – aus heutiger Sicht leider voreilig – TFA als „nicht relevanten" Metaboliten eingestuft. Aufgrund der dünnen Datenlage wurde für Trinkwasser zunächst ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) von 1,0 µg/L festgelegt. Belastungen über diesem Wert im Neckar und Rhein – einschließlich Trinkwasservorkommen – infolge der TFA-Einleitungen durch Solvay (siehe Kapitel 3.2.1.1) führten im Dezember 2016 zur Anhebung des Wertes auf 3 µg/L[78], was letztendlich eine Verschlechterung des Verbraucherschutzes bedeutete. Begründet wurde dies mit der Vorlage neuer toxikologischer Daten durch Bayer CropScience, die Aussagen zur (sub-)chronischen Toxizität zuließen[79].

2019 erhielt das UBA von Solvay die Ergebnisse einer regelkonformen 12-Monate-Studie an Ratten. Die Auswertung der Studie erbrachte Hinweise für eine Schädigung der Leber als empfindlichste Reaktion. Das UBA verwendete deshalb die niedrigste Dosis von 1,8 mg/kg Körpergewicht/Tag als NOAEL, um den ADI zu berechnen. Allerdings wurde versäumt, die fortbestehenden Mängel der Datenbasis mit einem zusätzlichen UF zu berücksichtigen. Es kam – wenig vorsorgeorientiert – nur der Standard-UF zur Anwendung, mit dem Ergebnis eines ADI von 18 µg/kg/d[80]. Dieser ADI bildete die Grundlage zur Berechnung des Trinkwassergrenzwerts, das heißt der rechtlich bindenden, maximal zulässigen Konzentration von TFA im Trinkwasser. Auch hierbei ging das UBA wenig vorsorgeorientiert vor, weil bei der Berechnung dieses Grenzwerts eine der empfindlichsten Bevölkerungsgruppen, Säuglinge, nicht berück-

sichtigt wurde. In Deutschland liegt der Trinkwassergrenzwert für TFA deshalb bei vergleichsweise hohen 60 µg/L[14]. Wären auch Säuglinge berücksichtigt worden, hätte sich zumindest ein Trinkwassergrenzwert von 11,5 µg/L ergeben; bei Verwendung eines zusätzlichen UF von 10 (wegen der weiterhin gravierenden Datenlücken) und Berücksichtigung von Säuglingen wären nur 2,3 µg TFA pro Liter Wasser zulässig gewesen – ein Wert, der sehr nahe am niederländischen Trinkwassergrenzwert gelegen hätte, wie wir im folgenden Abschnitt sehen werden.

4.4 DER INNOVATIVE ANSATZ DER NIEDERLÄNDISCHEN BEHÖRDE UND SEINE BERÜCKSICHTIGUNG IN BELGIEN

Im Gegensatz zu TFA liegen für vier längerkettige PFAS-Moleküle (PFOA, PFOS, PFNA und PFHxA) zahlreiche toxikologische Untersuchungen vor, sowohl behördlich geforderte als auch wissenschaftliche Studien bis hin zu epidemiologischen Untersuchungen, d.h. zum Krankheitsgeschehen beim Menschen. Auf der Grundlage dieses Wissens legte die EFSA im Jahr 2020 für die genannten vier Verbindungen zusammengenommen einen Wert von 4,4 ng/kg Körpergewicht als maximal vertretbare wöchentliche (!) Menge fest[81]. Zwei Jahre später nutzte die niederländische Gesundheits- und Umweltbehörde (RIVM) diesen Wert und die dazugehörige Datenbasis zur Ableitung eines Trinkwasser-Grenzwerts für TFA[82]. Mit einem innovativen Verfahren, der Berechnung von „relativen Potenzfaktoren"[83], wurden die für TFA existierenden Datenlücken teilweise ausgeglichen. Dieses Konzept beruht auf der Beobachtung, dass verschiedene PFAS ähnliche toxische Wirkungen hervorrufen, diese jedoch je nach Substanz mit unterschiedlicher Stärke – also bei unterschiedlichen Dosen – einsetzen. So zeigt TFA im Vergleich zu seinem extrem toxischen chemischen Verwandten PFOA eine etwa 500-fach geringere Lebertoxizität. Daraus ergibt sich ein relativer Potenzfaktor für TFA von 0,002, der – bezogen auf die akzeptable wöchentliche Aufnahme der längerkettigen PFAS (4,4 ng/kg Körpergewicht) – einer akzeptablen täglichen Aufnahme von 320 ng/kg Körpergewicht entspricht.[15]

Die Risikobewertung des RIVM fand auch über die Grenzen der Niederlande hinaus Beachtung. So sprach sich der von den wallonischen Gesundheitsbehörden angerufene Unabhängige Wissenschaftliche Ausschuss (ISC) für die Übernahme des niederländischen Trinkwassergrenzwerts im französischsprachigen Teil Belgiens aus.[84]

Im flämischen Teil Belgiens legte die zuständige Behörde, das Department ZORG, im November 2024 dar, wie sie ihren seither gültigen Grenzwert von 15,6 µg/L für TFA im Trinkwasser berechnete. Die Behörde begegnete der dünnen Datenlage, indem sie für die Bestimmung des NOAEL mit einem anerkannten mathematischen Verfahren eine Meta-Analyse zweier Studien durchführte und einen NOAEL von 5,2 mg/kg Körpergewicht/Tag ableitete. Für die Extrapolation des NOAEL auf den ADI verwendete das Department ZORG, zusätzlich zum obligatorischen Standard-UF von 100 und im Einklang mit den WHO-Empfehlungen, einen zusätzlichen UF von 10 wegen erheblicher Mängel in der Datenbasis (genannt wurden fehlende Daten zur Immuntoxizität und Reproduktionstoxizität) und einen weiteren UF von 2, weil der Behörde der Studienbericht zur chronischen Toxizitätsstudie noch nicht vorlagen. Das Ergebnis war ein ADI von 2,6 µg/kg Körpergewicht/Tag.[85]

Dieser ADI diente dann als Grundlage für die Ableitung des vorläufigen Trinkwassergrenzwerts von 15,6 µg/L. Dass dieser Grenzwert nicht vorsorgeorinetiert, sondern relativ hoch angesetzt wurde, liegt daran, dass bei seiner Festlegung – wie schon beim deutschen Wert – nicht der Schutz der empfindlichsten Bevölkerungsgruppe berücksichtigt wurde – nämlich Säuglinge und Kleinkinder – sondern Erwachsene.

14 Dänemark legte 2021 einen Trinkwassergrenzwert von 9,5 µg/L fest, die Niederlande 2023 einen Wert von 2,2 µg/L. Dieser gilt seit 2024 auch in der Wallonie, während in Flandern ein Trinkwassergrenzwert von 15,6 µg/L festgelegt wurde.

15 Das RIVM verwendete den relativen Potenzfaktor (RPF) von 0,002 konkret dazu, um basierend auf dem Trinkwasser-Grenzwert von 4,4 ng/L von PFOA einen Grenzwert für TFA von 2,2 µg/L herzuleiten.

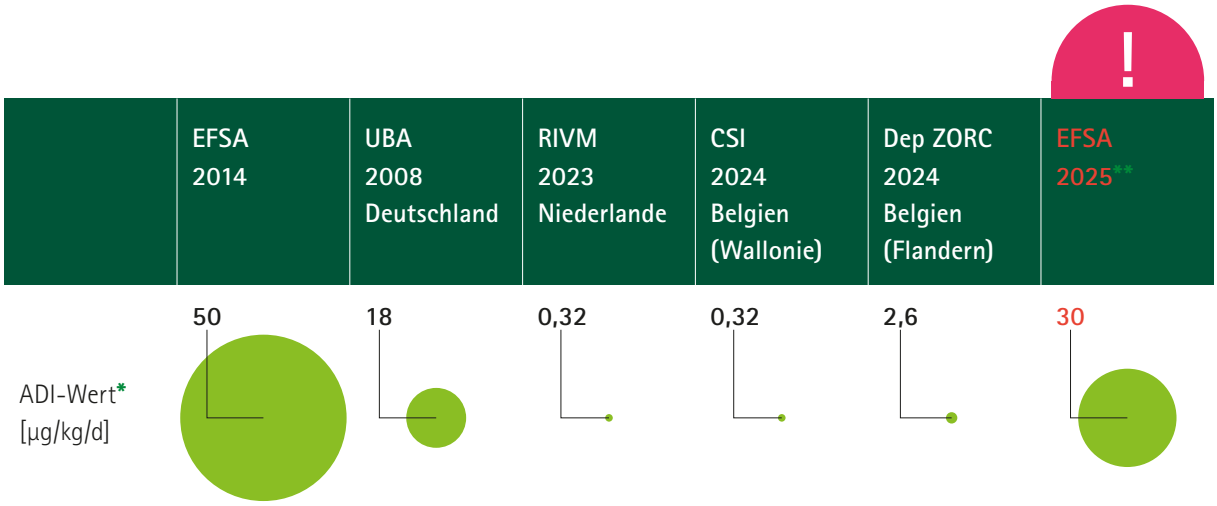
4.5 DIE EFSA WIEDERHOLT ALTE FEHLER UND MACHT NEUE

Ende 2024 beauftragte die EU-Kommission die EFSA erneut mit der Ableitung gesundheitlicher Richtwerte für TFA. Am 22. Juli 2025 legte die Behörde ihren Vorschlag für einen revidierten ADI-Wert vor – ein Dokument, das erkennen lässt, dass die EFSA ihre früheren Fehler nicht korrigiert hat. Statt aus den Versäumnissen der Vergangenheit zu lernen, führt sie diese fort. Das ist sowohl ernüchternd als auch beunruhigend.

Ernüchternd ist, dass aus dem Dokument klar hervorgeht, dass – fast fünf Jahre nach der Notifizierung der Teratogenitätsstudie durch Bayer am 17. Januar 2021 – die Studien zu Kanzerogenität und Immuntoxizität weiterhin fehlen, obwohl es Hinweise gibt, dass gerade in diesen Bereichen kritische Effekte auftreten könnten. Beunruhigend ist, dass die EFSA es weiterhin versäumt, bestehende, auch von ihr mitverursachte Datenlücken im Einklang mit den WHO-Empfehlungen zu berücksichtigen und auch bei der Beurteilung der vorhandenen Studien den Vorsorgegedanken außer Acht lässt.

Das zeigt sich bei ihrem Umgang mit der seit 2019 vorliegenden 52-Wochen Toxizitätsstudie an Ratten. Die drei oben diskutierten nationalen Behörden haben unterschiedliche Ansätze der Auswertung, aber betrachten alle die niedrige Dosis der 52-Wochen-Studie als einen Referenzpunkt. Die EFSA hingegen kommt in ihrer aktuellen Bewertung zu dem Schluss, dass in dieser Studie bis zur höchsten Dosis keine Effekte aufgetreten sind, die ausreichend negativ („advers") wären, um bei der Ableitung des ADI berücksichtigt zu werden. Diese Herangehensweise ermöglicht der EFSA, für ihre Berechnungen auf eine andere Studie mit einem deutlich höheren NOAEL auszuweichen und außerdem die UFs erneut in nur mangelhafter Weise anzuwenden, um so bei einem ADI-Wert zu landen, der sich nur wenig von der Berechnung im Jahr 2014 unterscheidet. Die Unterschiede werden in nachstehender Abbildung illustriert.

Abb. 7: *Übersicht über die vorgeschlagenen gesundheitlichen Richtwerte unterschiedlicher Behörden*



* Dieser Referenzwert, die duldbare Tagesdosis für den Menschen in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht (engl.: Acceptable Daily Intake), wird von den Behörden zum Teil anders bezeichnet (z. B. TDI) bzw. wurde von uns, ausgehend vom Trinkwassergrenzwert, rückgerechnet.

** Dies ist der Wert aus dem Entwurf des EFSA-Dokuments „Statement on consumer health-based guidance values on trifluoroacetic acid", der im August/September 2025 zur öffentlichen Kommentierung zur Verfügung stand.

Beachtlich ist, wie die EFSA die Nichtberücksichtigung der einzigen Langzeitstudie begründet – auf der Basis eines methodisch unpassenden Bezugsrahmens: Die beobachteten biochemischen Veränderungen seien laut EFSA „nicht relevant", da sie „unterhalb einer zweifachen Schwelle" blieben und unter dem Mikroskop keine Leberschäden festgestellt wurden. Mit der „zweifachen Schwelle" verwendet die Behörde jedoch ein Kriterium, das nur dann Anwendung findet, wenn eine Kontrollgruppe, mit der der Effekt verglichen werden kann, fehlt – was hier nicht der Fall ist.

Zudem verletzt die EFSA ihre eigenen Regeln, sämtliche verfügbaren Hinweise im Rahmen eines sogenannte *weight of evidence-Ansatzes*[16] gemeinsam zu bewerten. In ihrer Gesamtheit ergeben die Befunde ein konsistentes Bild einer lebertoxischen Wirkung von TFA – einer Eigenschaft, die auch für viele andere PFAS typisch ist. Die Annahme einer fehlenden Relevanz (bloße „Anpassungsreaktion") ignoriert, dass entsprechende Leberschäden bei einer zweijährigen Versuchsdauer – wie sie für eine noch ausstehende Kanzerogenitätsstudie erforderlich wäre – durchaus sichtbar werden könnten.

Welche Motive oder Überlegungen hinter diesen wissenschaftlich und regulatorisch fehlerhaften Entscheidungen stehen, ist unklar. Fakt ist jedoch, dass – wie schon 2014 – die Argumentation der EFSA bei der Risikobewertung erneut mit jener des PFAS-Pestizidherstellers Bayer übereinstimmt. Bayer hatte, wie eine von PAN Europe über eine Access-to-Documents-Anfrage offengelegte Stellungnahme zeigt, bereits im April 2024 gegenüber europäischen Behörden argumentiert, dass die Verwendung der Langzeitstudie zur Ableitung des ADI durch das deutsche Umweltbundesamt nicht gerechtfertigt sei, da die in dieser Studie beobachteten Effekte „nicht advers" seien.

Angesichts der ubiquitären Verbreitung von TFA in pflanzlichen Lebensmitteln und nahezu sämtlichen Trinkwasserressourcen, der Zugehörigkeit von TFA zur Gruppe der perfluorierten Alkylverbindungen mit bekannten schwerwiegenden chronischen Gesundheitswirkungen sowie der extremen Persistenz dieser Chemikalie, die zu einer Exposition über Generationen hinweg führt, muss die Risikobewertung dieser Substanz dem in den Gründungsverträgen der EU verankerten Vorsorgeprinzip in besonderem Maße Rechnung tragen.

Eine regelkonforme und zugleich vorsorgeorientierte Anwendung der geltenden WHO-Empfehlungen – die den am Ende der einzigen Langzeitstudie festgestellten signifikanten Anstieg des Leberenzyms ALT zur Ableitung des NOAEL heranzieht und die weiterhin bestehenden, inakzeptablen Datenlücken (Mängel in der allgemeinen Datenbasis) mit einem Unsicherheitsfaktor (UF) von 10 berücksichtigt – führt zu einem ADI von 1,8 µg/kg Körpergewicht und Tag.

Selbst wenn man – wie die EFSA – die Langzeitstudie unberücksichtigt lässt und sich auf die verfügbaren Kurzzeitstudien stützt, ergibt sich bei Berücksichtigung der Defizite sowohl der allgemeinen Datenbasis als auch der (in diesem Fall zu kurzen) Schlüsselstudie im Einklang mit den WHO-Leitlinien ein ADI in derselben Größenordnung von knapp über 1 µg/kg Körpergewicht und Tag (siehe Tabelle im Anhang).

16 Der weight of evidence-Ansatz (deutsch: „Abwägung der Beweislage") ist ein Grundprinzip der toxikologischen Bewertung, bei dem alle verfügbaren wissenschaftlichen Informationen – etwa aus Tierversuchen, In-vitro-Studien, Beobachtungsdaten oder Struktur-Analoga – systematisch zusammengeführt und hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Konsistenz bewertet werden. Ziel ist es, auch bei inhomogener oder unvollständiger Datenlage eine möglichst belastbare Schlussfolgerung über das Risiko eines Stoffes zu ermöglichen.

Tabelle 2: *Beispiele für eine vorsorgliche und regelkonforme Anwendung der von der WHO empfohlenen Unsicherheitsfaktoren zur Berücksichtigung von Mängeln in der Schlüsselstudie und in der gesamten Datenbasis.*

Schlüsselstudie	Beobachtete Effekte	NOAEL* (µg/kg Körpergew./Tag)	UF** Bewertung der Schlüsselstudie	UF** Bewertung der allgemeinen Datenbasis	UF** Art der Toxizität	Abgeleiteter ADI*** (µg/kg Körpergew./Tag)
90-Tage-Fütterungsstudie an Ratten (Bayer)	Erhöhtes Lebergewicht in Mittel- und Hochdosis-Gruppe	10	Studiendauer nur 90 Tage; unzureichend zur Beurteilung chronischer Toxizität, insbesondere bei einer ubiquitären „Ewigkeitschemikalie". ➡ **UF = 10**	Fehlende Studien zu Krebs-, Reproduktions-, Immun- und endokriner Toxizität. ➡ **UF = 10**	Keine zusätzlichen Faktoren erforderlich. ➡ **UF = 1**	**1**
52-Wochen-Fütterungsstudie an Ratten (Solvay, 2019)	Erhöhte ALT-Werte	1,8****	Studiendauer ausreichend. ➡ **UF = 1**	Datenbasis seit 2014 unverändert unvollständig; es fehlen Studien zu Krebs-, Reproduktions-, Immun- und endokriner Toxizität. ➡ **UF = 10**	Keine zusätzlichen Faktoren erforderlich. ➡ **UF = 1**	**1,8**
Multigenerationsstudie an Ratten (2021/22)	Schilddrüsenveränderungen (reduziertes Thyroxin) bei Nachkommen	8,65	Studiendauer und Design grundsätzlich geeignet. ➡ **UF = 5**	Fehlende Studien zu Krebs- und Immuntoxizität (letztere für PFAS typisch). ➡ **UF = 10**	Keine zusätzlichen Faktoren erforderlich. ➡ **UF = 1**	**1,8**

* NOAEL *(No Observed Adverse Effect Level)*: Dosis, bei der im Versuch keine gesundheitlich nachteiligen Wirkungen beobachtet wurden.

** UF *(Unsicherheitsfaktor)*: siehe Abschnitt 4.2 „Wie viel TFA verträgt der Mensch?".

*** ADI *(Acceptable Daily Intake)*: erlaubte tägliche Aufnahmemenge für den Menschen (in mg pro kg Körpergewicht).

**** Das UBA (2020) bezeichnet diesen Wert als „NOEL" *(No Observed Effect Level)*, ohne zu erläutern, ob dies Auswirkungen auf die Ableitung eines ADI/TDI hätte. Der Wert von 1,8 mg/kg wurde dennoch für weitere Berechnungen verwendet.

4.6 DIE GEFAHRENBEWERTUNG VON TFA – EIN WICHTIGER ASPEKT

Nachdem die deutsche Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) von der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) als Berichterstatterin beauftragt worden war, reichte sie im April 2025 die Entwürfe von zwei Bewertungsberichten ein[86]. In beiden Berichten bewertete die BAuA TFA als „reproduktionstoxisch, Kategorie 1B" mit den Gefahrenhinweisen H360Df: „Kann das Kind im Mutterleib schädigen" und „Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen". Die von den in der „TFA Task Force" zusammengeschlossenen Chemieunternehmen in einem Schreiben vom 28. Februar 2024 vorgebrachten Argumente, es handle sich um kaninchenspezifische und für den Menschen nicht relevante Effekte, wurden von der BAuA nicht anerkannt.

Der Nachweis einer teratogenen Wirkung – also, dass es durch eine Substanz während der vorgeburtlichen Entwicklung zu Fehlbildungen kommen kann – ist für sich genommen bereits alarmierend. Besonders brisant ist jedoch, dass es sich bei den beobachteten Augenveränderungen um eine ausgesprochen seltene Fehlbildung handelt, die bereits Anfang der 1980er-Jahre im Zusammenhang mit der Herstellung der längerkettigen, strukturell eng verwandten und außergewöhnlich toxischen Ewigkeitschemikalien PFOA und PFOS dokumentiert wurden – sowohl in Tierversuchen[87] als auch bei schwangeren Fabrikarbeiterinnen[88].

Zusätzlich zur Fortpflanzungsgefährdung zielt der deutsche Einstufungsvorschlag auch auf eine Zuordnung von TFA zu einer neuen Gefahrenklasse ab: Das UBA bewertet TFA als sehr langlebig (persistent) und sehr mobil (englisch: very persistent, very mobile – vPvM). Das UBA argumentiert, dass Stoffe mit vPvM-Eigenschaften in der Umwelt schwer abgebaut werden und kaum an Sedimente oder Aktivkohlefilter binden. Die Trinkwasseraufbereitung könne daher solche Stoffe nur mit hohem technischem Aufwand entfernen. Die neue Gefahrenklasse wurde erst 2023 auf Initiative des UBA in das europäische Chemikalienrecht eingeführt, mit dem Gefahrenhinweis EUH451: „Kann sehr lang anhaltende und diffuse Verschmutzung von Wasserressourcen verursachen." Sie zielt insbesondere auf den Schutz unserer Trinkwasserressourcen ab.[89]

4.7 KONSEQUENZEN AUS RISIKO- UND GEFAHRENBEWERTUNG

Sollte das für die Risikobewertung zuständige Komitee der ECHA (RAC) dem deutschen Vorschlag der BAuA zur Einstufung von TFA als reproduktionstoxisch Kategorie 1B nicht folgen und stattdessen der Argumentation der Industrie zustimmen – wonach die beobachteten Fehlbildungen bei Kaninchenföten und die Beeinträchtigung der Spermienqualität bei Ratten für den Menschen nicht relevant seien –, würde TFA lediglich als reproduktionstoxisch Kategorie 2 eingestuft.

Eine solche Herabstufung hätte auch regulatorische Folgen. Mit der Einstufung R2 wäre die Reproduktionstoxizität von TFA kein zwingendes Ausschlusskriterium mehr für die Zulassung von Pestiziden, die TFA-Rückstände in der Umwelt oder in Lebensmitteln hinterlassen.

Unberührt bliebe jedoch die Einstufung von TFA als relevanter Metabolit im Grundwasser und damit der geltende Schwellenwert von 0,1 µg/L. Auch eine R2-Klassifizierung reicht aus, um Pflanzenschutzmittel zu verbieten, deren Anwendung diesen Wert überschreiten würde. Ebenso bleibt die Verpflichtung aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie bestehen, Maßnahmen zur Eindämmung und Umkehr der steigenden TFA-Belastung im Grundwasser zu ergreifen.

Mit anderen Worten: Anstelle von drei rechtlichen Gründen, die ein Verbot von PFAS-Pestiziden zwingend machen, blieben weiterhin zwei bestehen – und diese sollten ausreichen. Zu befürchten ist jedoch, dass eine schwächere Einstufung das Tempo verlangsamt, mit dem bestehende Zulassungen widerrufen werden.

Noch problematischer wäre auch eine Risikobewertung, die das tatsächliche Gesundheitsrisiko von TFA unterschätzt.

Ein zu hoch angesetzter ADI kann zu unsicheren gesetzlichen Grenzwerten führen, die keinen verlässlichen Schutz beim Trinkwasserkonsum gewährleisten. Besonders gefährdet wären dabei empfindliche Bevölkerungsgruppen – ältere oder gesundheitlich beeinträchtigte Menschen sowie Kleinkinder.

Wie real diese Gefahr ist, zeigt eine aktuelle Antwort der deutschen Bundesregierung auf eine Kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Darin wird bereits – unter Berufung auf die fehlerhafte EFSA-Bewertung, obwohl diese sich zu dem Zeitpunkt noch in öffentlicher Konsultation befand – ein noch höherer Trinkwasserleitwert von 105 µg/L als vertretbar bezeichnet. Diese Aussage wäre jedoch nur dann richtig, wenn man alte Versäumnisse durch neue Fehler korrigieren könnte – was nicht möglich ist.[90]

Im folgenden Kapitel wird gezeigt, dass die bereits heute gemessenen mittleren TFA-Gehalte in Lebensmitteln ein potenzielles Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen. Dies ergibt sich, wenn man das Risiko auf Grundlage wissenschaftlich fundierter Richtwerte beurteilt, die im Einklang mit den WHO-Empfehlungen abgeleitet wurden.

Die öffentliche Konsultation der ECHA zur Gefahreneinstufung endete am 25. Juli 2025. Das RAC hat nun bis spätestens Oktober 2026 Zeit, seine Stellungnahme („RAC Opinion") zu verabschieden. Anschließend liegt die Entscheidung bei der EU-Kommission (DG GROW), die ebenfalls bis zu 18 Monate Zeit hat, bevor eine weitere Übergangsfrist folgt, um die Regelung in nationales Recht umzusetzen.

Auch die Konsultation zum ADI-Vorschlag der EFSA lief zwischen dem 22. Juli und 22. September 2025. Es bleibt abzuwarten, inwieweit die eingereichten Kommentare berücksichtigt werden und ob der vorgeschlagene ADI von 30 µg/kg/d Körpergewicht gesenkt wird. Die abschließende Bewertung der EFSA wird bis spätestens Februar 2026 erwartet.

Angesichts der Dringlichkeit der Situation ist zu hoffen, dass die verbleibenden Fristen nicht ausgeschöpft werden – und es gibt gute Gründe, die weitere Entwicklung aufmerksam zu verfolgen.

5. Daten zur TFA-Belastung

Da sich TFA über Jahrzehnte hinweg weitgehend unbeachtet von Behörden und Wissenschaft in der Umwelt anreichern konnte, sind Daten zu den Belastungen und deren zeitlicher Entwicklung bis heute vergleichsweise spärlich. Eine der bislang umfassendsten Übersichten über die Verbreitung von TFA in der Umwelt bietet die viel beachtete Publikation von Hans Peter Arp und Kolleg:innen zur Bedrohung planetarer Belastungsgrenzen durch TFA (Oktober 2024)[91]. Weitere Einblicke geben die Monitorings von Oberflächengewässern, Grundwasser oder Trinkwasser, die von einzelnen Mitgliedstaaten bereits durchgeführt wurden. Nicht zuletzt förderten auch Untersuchungen von NGOs – insbesondere durch das Netzwerk von PAN Europe – relevante Informationen über die Verbreitung von PFAS-Pestiziden und TFA in Europa zutage.

Aus der Gesamtheit der verfügbaren Daten lassen sich zwei grundlegende Schlussfolgerungen ableiten: Erstens haben die Belastungen in nahezu allen untersuchten Umweltmedien – darunter Niederschlag, Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser, Böden, Luft, Pflanzen, Lebensmittel sowie arktisches Eis – in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen. Zweitens liegen die nachweisbaren TFA-Konzentrationen mittlerweile um Größenordnungen über den Belastungen durch andere PFAS. Arp et al. stellten daher fest: „TFA ist das mit Abstand am weitesten verbreitete PFAS in der Umwelt." Und: Solange wir TFA-Vorläufersubstanzen in die Umwelt emittieren, steigen die Belastungen weiter und irreversibel an.

5.1 ZEITLICHE ENTWICKLUNG DER TFA-BELASTUNG

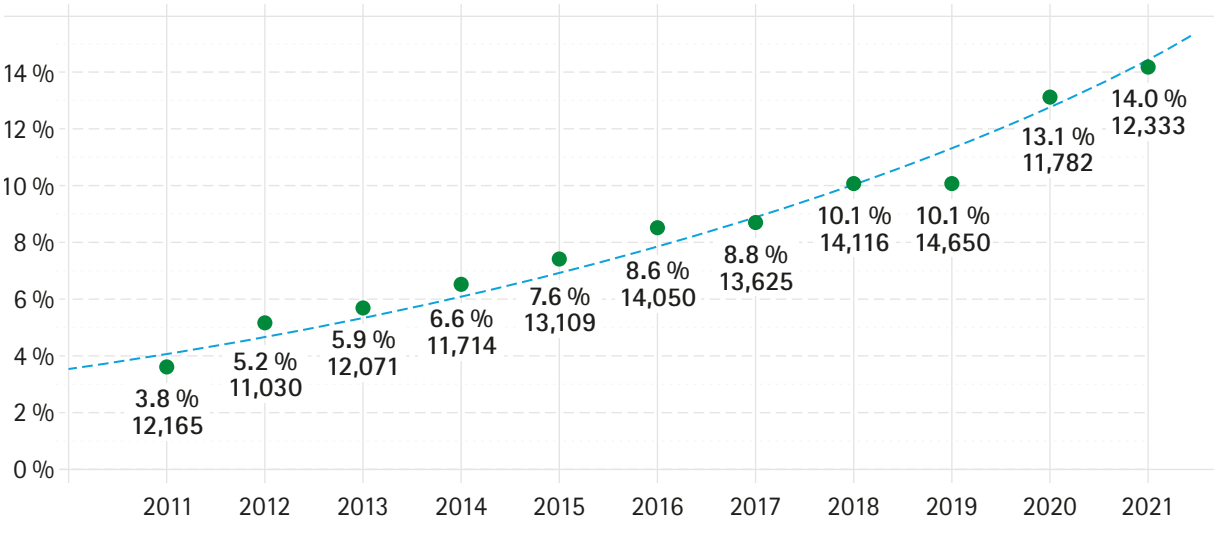
Um Einblicke in den zeitlichen Verlauf der TFA-Belastung zu gewinnen, werteten Hans Peter Arp und Kolleg:innen 43 Studien aus, die Daten von Ende der 1990er-Jahre bis in die 2020er-Jahre umfassen. So fanden sie, dass sich in Deutschland die Menge an TFA, die jährlich mit Niederschlägen in die Umwelt gelangt, seit Mitte der 1990er-Jahre etwa verdreifacht hat[92]. In China stiegen die Werte in städtischen Gewässern zwischen 2002 und 2012 bis zu 17-fach[93]. Analysen alter Eisschichten aus der Arktis zeigen, dass die TFA-Gehalte seit den 1990er-Jahren kontinuierlich ansteigen, während sie vor 1989 praktisch nicht nachweisbar waren[94]. In den USA wurden in einem kalifornischen Fließgewässer 2021 sechsmal höhere Werte gemessen als 1998[95]. In Mitteleuropa stiegen die TFA-Gehalte in archivierten Blättern von Bäumen zwischen 1989 und 2020 um das bis zu Zwölffache[96]. Selbst in Innenräumen sind steigende Belastungen dokumentiert: Im Hausstaub vervierfachten sich die TFA-Werte zwischen 2013 und 2017[97]. Darüber hinaus wurde TFA in den letzten Jahren zunehmend auch in pflanzlichen Lebensmitteln, Getränken und sogar im Humanserum nachgewiesen[98]. Diese Ergebnisse zeigen, dass TFA nicht nur allgegenwärtig ist, sondern sich auch kontinuierlich in Umwelt, Nahrungskette und schließlich im Menschen weiter anreichert.

5.1.1 Hinweise auf zunehmende Verwendung von PFAS-Pestiziden

Im Februar 2024 konnte eine vom PAN Europe-Netzwerk durchgeführte Studie die Aufmerksamkeit von Medien und Politik gewinnen. Das NGO-Netzwerk wollte wissen, ob und wie sich die Belastung des in der EU konsumierten Obstes und Gemüses mit PFAS-Pestiziden im vergangenen Jahrzehnt verändert hat. Zu diesem Zweck wertete die NGO mehr als 270.000 Datensätze des EU-weiten Pestizid-Monitorings aus und stellte einen beträchtlichen Anstieg der Belastung durch Rückstände aus PFAS-Pestiziden fest[99].

In Summe wurden Rückstände von 31 verschiedenen PFAS-Wirkstoffen gefunden. Im Jahr 2021 waren 7 % der Gemüse- und 14 % der Obst-Proben mit PFAS-Pestiziden belastet. Abbildung 8 zeigt exemplarisch die EU-weite zeitliche Zunahme der PFAS-Pestizid-Belastungen in Obst von 3,8 % im Jahr 2011 auf 14 % im Jahr 2021.

Abb. 8: *Durchschnittliche PFAS-Belastung in Obst, die in der EU im Zeitraum 2011–2021 beprobt wurde.*



Den höchsten Anteil an Erzeugnissen mit PFAS-Rückständen im Jahr 2021 hatten Obst und Gemüse aus Holland und Belgien mit je 27 % sowie aus Österreich mit 25 %, wobei anzumerken ist, dass in den nationalen Monitorings neben Proben aus eigener Erzeugung auch Importe aus anderen EU-Staaten und Drittländern mituntersucht werden.

Die zehn im Jahr 2021 am häufigsten mit PFAS-Pestiziden belasteten in der EU erzeugten Obst- und Gemüsearten waren Chicorée (42 %), Erdbeeren (37 %), Pfirsiche (35 %), Aprikosen (31 %), Birnen (31 %), Gurken (30 %), Paprika (27 %), Kirschen (23 %), Tafeltrauben (22 %) und Melanzani (21 %). Die am häufigsten nachgewiesenen PFAS-Pestizid-Wirkstoffe waren Fluopyram, gefolgt von Flonicamid, Trifloxystrobin, Lambda-Cyhalothrin und Triflumuron.

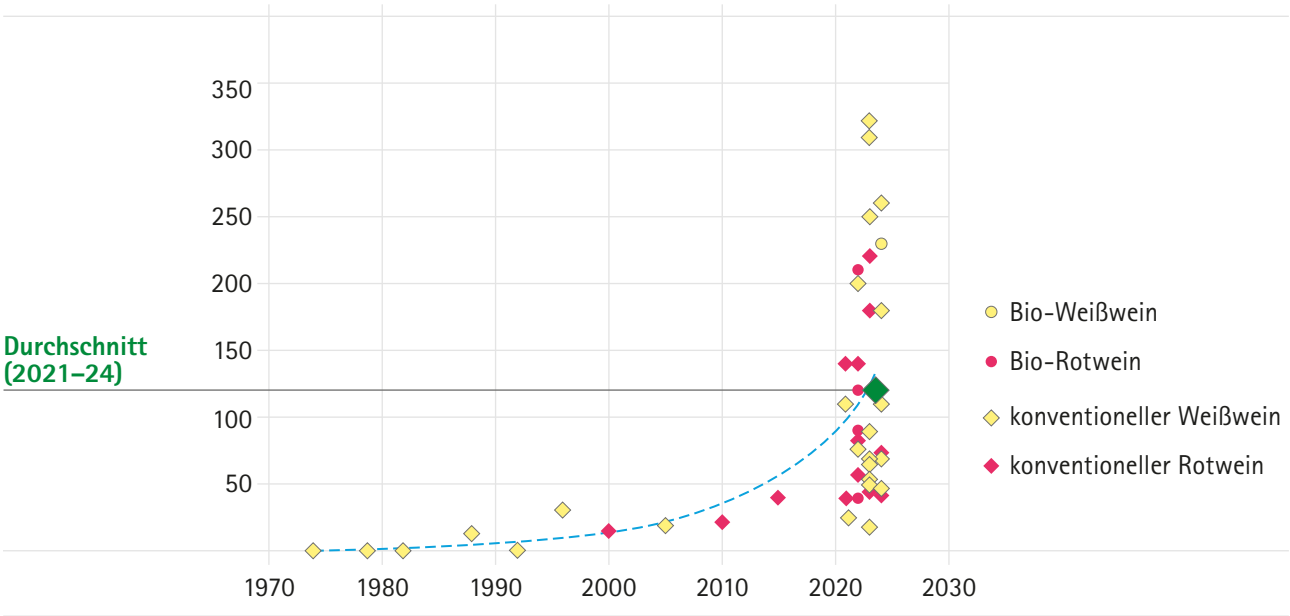
Bei Fluopyram und Trifloxystrobin handelt es sich um Fungizide, die gegen verschiedene Pilzkrankheiten wie Mehltau, Botrytis oder Rost eingesetzt werden. Flonicamid, Lambda-Cyhalothrin und Triflumuron sind Insektizide: Ersteres wirkt vor allem gegen saugende Insekten wie Blattläuse oder Zikaden, zweiteres breit gegen zahlreiche saugende und beißende Schädlinge, während letzteres die Entwicklung von Insektenlarven durch Hemmung der Chitinsynthese blockiert.

5.1.2 Steigende TFA-Belastung in landwirtschaftlichen Erzeugnissen

Um einen Eindruck davon zu gewinnen, wie sich die allgegenwärtige TFA-Kontamination des Wassers auf pflanzliche Erzeugnisse auswirkt – und um Hinweise auf die zeitliche Entwicklung der Belastungen zu erhalten –, ließ die österreichische Umweltorganisation GLOBAL 2000 in Zusammenarbeit mit PAN Europe zehn alte österreichische Weine aus Ernten zwischen 1974 und 2015 untersuchen[100].

Während die Jahrgänge von 1974 bis 1982 keinerlei TFA-Rückstände aufwiesen, ließen sich ab 1988 erstmals Belastungen feststellen. Diese stiegen zunächst langsam an und nahmen ab 2010 stark zu (siehe Abb. 9).

Abb. 9: *Steigende TFA-Gehalte in Weinproben von 1974 bis 2024*



Unerwartet hoch fielen die in neuen Weinen gemessenen TFA-Konzentrationen aus. Mit 30 bis über 300 µg/L lagen sie beim 100- bis 1000-fachen der typischen Konzentrationen, die man heute in Grund- oder Regenwasser misst.

Dies weist auf einen extremen Anreicherungseffekt in pflanzlichen Erzeugnissen hin – ein Befund, der aus Sicht der Verbraucherbelastung mit TFA äußerst beunruhigend ist und PAN Europe zu weiteren Untersuchungen landwirtschaftlicher Produkte veranlasste (siehe Abschnitt 5.3.2).

Unabhängig von dieser NGO-Studie zeigten bislang noch unveröffentlichte Untersuchungen, die am Institut für Pharmazeutische und Medizinische Chemie an der Universität Freiburg durchgeführt wurden, vergleichbare Ergebnisse – sowohl in Bezug auf die über Jahrzehnte stetig zunehmende TFA-Belastung in europäischen Weinen als auch hinsichtlich der in jüngeren Jahrgängen nachweisbaren Belastungen. In diesen Untersuchungen lag ein zusätzlicher Fokus auf Weinen aus kontrolliert biologischem Anbau. Dabei zeigte sich, dass die TFA-Gehalte dort zwar deutlich niedriger waren als in konventionellen Weinen, jedoch ebenfalls ubiquitär nachweisbar und im Anstieg begriffen.

Dass auch Bioweine TFA enthalten, zeigt, dass die Substanz nicht allein durch das direkte Spritzen von PFAS-Pestiziden auf die Reben in die Trauben gelangt, sondern auch über den Wasserkreislauf – etwa durch Regen, Bewässerung oder Altlasten im Boden.

5.2 TFA IN OBERFLÄCHEN-, GRUND- UND TRINKWASSER

Die früheste uns bekannte Publikation zu TFA-Belastungen in Trinkwasserproben aus der EU stammt aus dem Jahr 2022. Sie erschien in einem wissenschaftlichen Journal – bedauerlicherweise ohne mediale Resonanz. Ein internationales Forscher:innenteam hatte 46 Trinkwasserproben aus Deutschland auf insgesamt 43 PFAS untersucht. TFA war in allen Proben nachweisbar und machte über 90 % der gesamten PFAS-Masse aus, was die quantitative Bedeutung von TFA im Rückstandsgeschehen unterstreicht[101].

Im Mai 2024 wurde die europäische Öffentlichkeit erstmals über die Medien mit dem Thema TFA-Belastung von Gewässern konfrontiert. Auslöser war die Veröffentlichung einer PAN-Europe-Studie, in der Ergebnisse zu TFA-Kon-

zentrationen in Flüssen aus elf EU-Staaten (Österreich, Belgien, Bulgarien, Kroatien, Frankreich, Deutschland, Ungarn, Luxemburg, Niederlande, Spanien und Schweden) vorgestellt wurden[102]. Die Autor:innen zeigten sich vom Ausmaß der Belastung überrascht und bezeichneten diese als ***die größte bekannte europaweite Wasserverschmutzung durch eine vom Menschen hergestellte Chemikalie***. Die Ewigkeitschemikalie TFA war in allen 24 untersuchten europäischen Flüssen nachweisbar. Die gemessenen Konzentrationen variierten zwischen 0,37 µg/L und 3,3 µg/L, der Mittelwert betrug 1,2 µg/L (siehe Abb. 10 links). Zum Vergleich: Der durchschnittliche Gehalt der Summe von 23 weiteren PFAS in diesen Wasserproben betrug lediglich 0,018 µg/L. Mehr als 98 % der gesamten PFAS-Belastung stammten somit von TFA.

Nachfolgende Untersuchungen von Leitungswasser aus zehn EU-Staaten[103] – das in Europa zu einem großen Teil aus Grund- oder Quellwasser gewonnen wird – bestätigten dieses Bild (siehe Abb. 10 rechts). Die höchste gemessene Belastung in Trinkwasser, eine Probe aus Oberösterreich, lag bei 4,1 µg/L und übertraf damit sogar den in europäischen Flüssen festgestellten Höchstwert – ein durchaus überraschender Befund. Eigentlich wäre zu erwarten, dass die natürliche Filter- und Reinigungsfunktion des Bodens das Grundwasser schützt, indem Schadstoffe zurückgehalten und Abbauprozesse ermöglicht werden. Doch TFA ist sehr gut wasserlöslich, zugleich mobil und extrem langlebig, sodass diese Schutzfunktion versagt. Leitungswasser, das frei von TFA ist, stellt daher die Ausnahme dar – beschränkt auf Fälle, in denen die Wasserversorger auf sehr tiefe und geologisch gut abgeschirmte Grundwasservorkommen zugreifen können.

Solche tiefliegenden und gut vor anthropogenen Einflüssen geschützten Wasserkörper erklären auch, weshalb von 37 untersuchten europäischen Mineralwässern, sowie Quell- und Heilwässern[104,105] immerhin 15 keine analytisch erfassbaren TFA-Belastungen aufwiesen (siehe Abb. 11). Hier sei jedoch angemerkt, dass nach geltendem Recht alle Mineralwässer unbelastet sein sollten. Denn die Europäische Mineralwasser-Richtlinie[106] sieht vor, dass natürliche Mineralwässer „von ursprünglicher Reinheit" sind, da ***„die Quelle oder der Quellaustritt gegen die Gefahren einer Verunreinigung geschützt"*** sein muss.

Abb. 10: *Stichproben von Oberflächengewässern (links) und Leitungswasser (rechts) aus zehn EU-Ländern wurden vom PAN-Europe-Netzwerk auf TFA analysiert.*

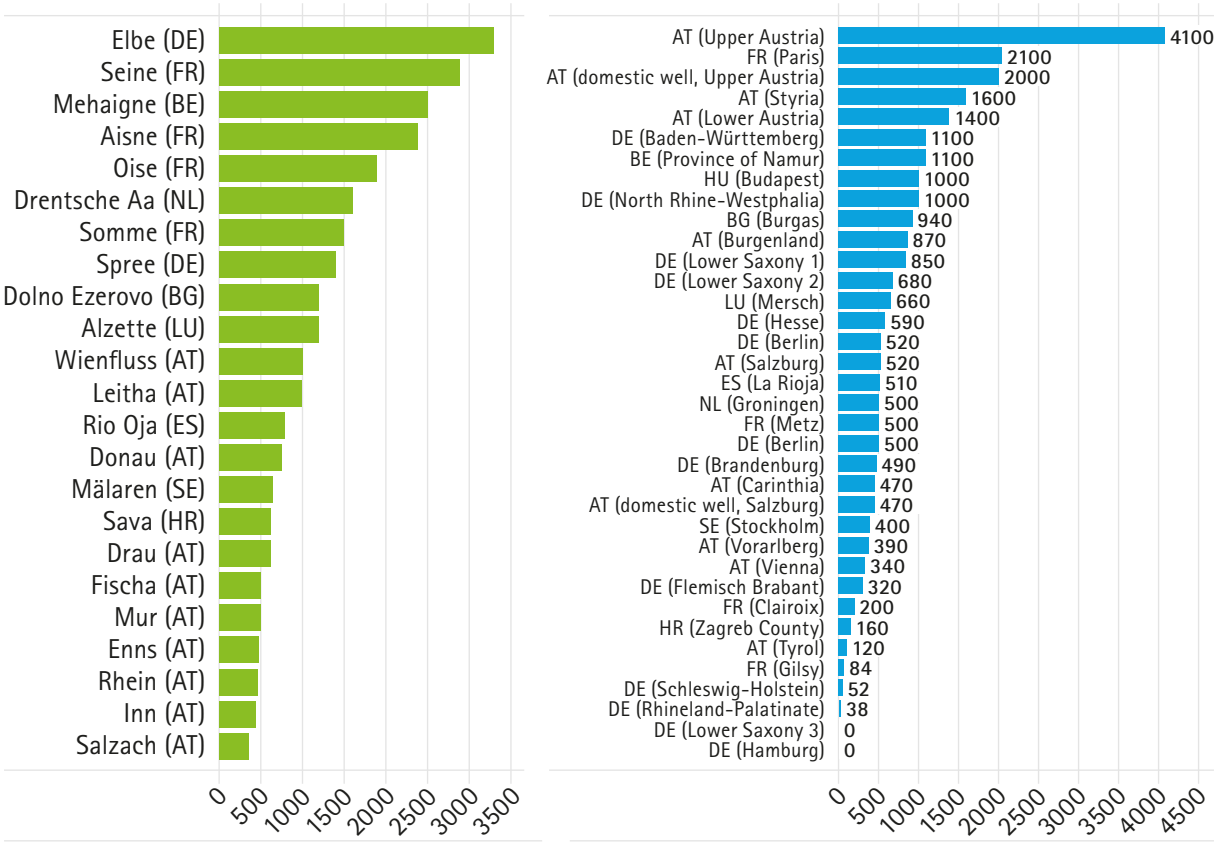
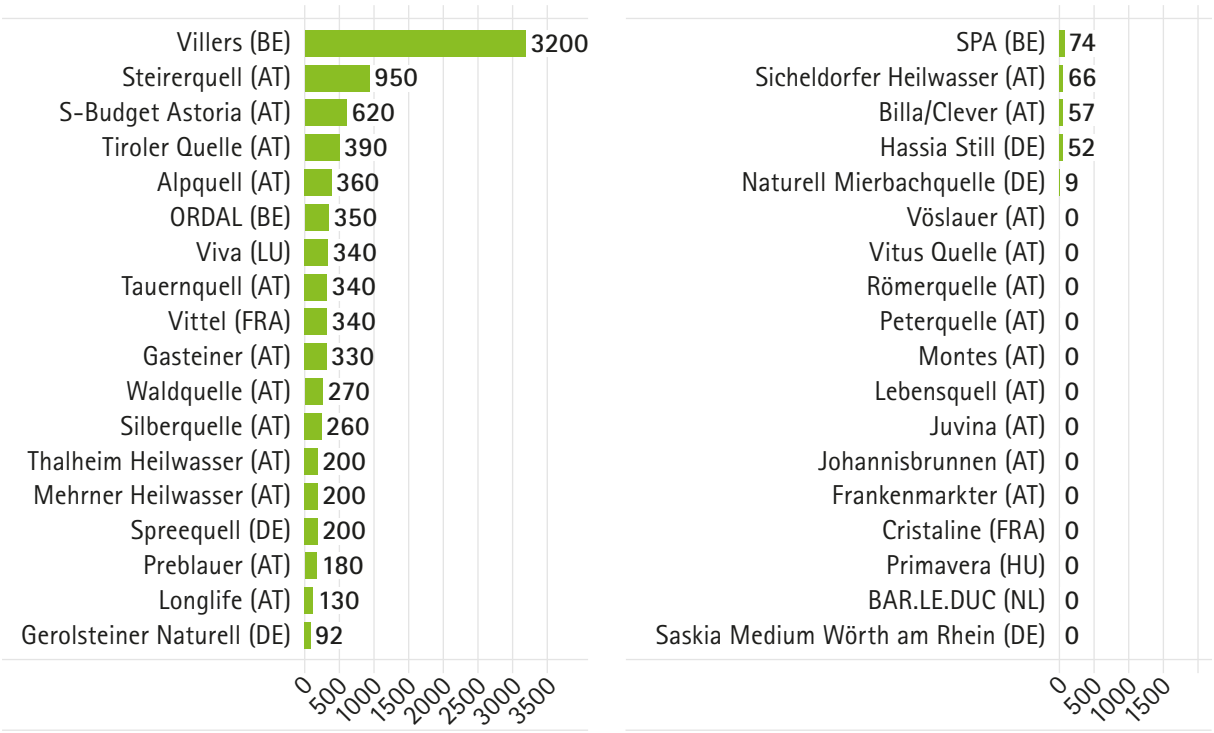


Abb. 11: *Mineralwässer: In einer europaweiten Untersuchung im Sommer 2024 sowie einer österreichweiten Untersuchung im Februar 2025 wurden zusammen 37 europäische Mineralwasser-Marken auf Verunreinigungen mit TFA untersucht.*



5.2.1 Trinkwasser-Untersuchungen in Belgien

Nur wenige Monate nach den von PAN Europe veröffentlichten Ergebnissen zu TFA in europäischen Oberflächen- und Trinkwässern legten erstmals auch belgische Behörden umfassende Untersuchungsergebnisse zum Trinkwasser vor: Im Oktober 2024 in der Wallonie und im November 2024 in Flandern.

In der Wallonie führte die Société Wallonne de Distribution des Eaux (SWDE) im Auftrag der Regionalregierung ein Monitoring von 36 Versorgungszonen durch, in denen bereits im Sommer 2024 TFA-Konzentrationen von mehr als 1,5 µg/L gemessen worden waren.[107] Die Folgemessungen im Herbst/Winter 2024/25 zeigten eine deutliche Zunahme der Belastungen: In 28 der 36 Versorgungszonen stiegen die Werte weiter an, teils erheblich, in Einzelfällen bis zur Verdopplung. Nur in 8 Zonen wurden leichte Rückgänge verzeichnet. Auch die Belastung der Wasserfassungen nahm zu: Von 92 untersuchten Entnahmestellen überschritten 45 den Wert von 2,2 µg/L, gegenüber 23 im ersten Monitoring.[108]

Noch höhere Belastungen wurden aus Flandern im November 2024 berichtet. Untersuchungen des größten Wasserversorgers De Watergroep von insgesamt 924 Proben fanden in mehreren Regionen deutlich erhöhte TFA-Konzentrationen.[109] In den Becken von Zillebeke (8,3 µg/L), Dikkebus und De Blankaart (11 µg/L) sowie im Wasserwerk Roksem

(über 7 µg/L) wurden besonders hohe Werte festgestellt. Auch in weiteren Gemeinden, darunter Zedelgem, Koekelare, Poperinge und Houthulst, lagen die Konzentrationen bei 6 µg/L und darüber.

Für Brüssel wurden die Ergebnisse durch den regionalen Versorger Vivaqua veröffentlicht. Die regelmäßige Analyse der sechs Reservoirs, die die Region mit Trinkwasser versorgen, ergab eine durchgehende Belastung mit TFA in den Jahren 2021 bis 2024.[110] Von 287 untersuchten Proben lagen nur 8 unterhalb der Nachweisgrenze von 0,5 µg/L. In drei Fällen wurden Konzentrationen oberhalb von 1,5 µg/L ermittelt, mit einem Höchstwert von 1,9 µg/L im Februar 2023 (Daussoulx-Boitsfort).

5.2.2 Grundwasser-Untersuchungen in Deutschland

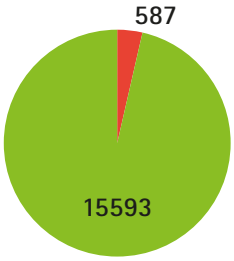
Eine Bestandsaufnahme der Belastung von Grundwasserkörpern mit Pestiziden und Pestizidmetaboliten, die erstmals auch TFA umfasste, wurde mit dem sechsten „Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland" veröffentlicht[111] – ein Bericht, der seit 1997 in Abständen von vier bis sieben Jahren erscheint. Die nunmehr publizierte Ausgabe fasste Messdaten von 16.180 Grundwassermessstellen zusammen, die im Zeitraum 2017 bis 2021 auf insgesamt 482 Pestizidwirkstoffe und relevante Metaboliten untersucht worden waren.

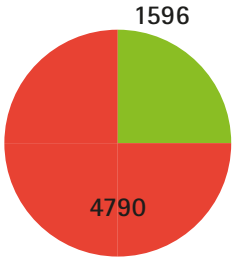
Das Ergebnis wurde als Erfolg dargestellt: Überschreitungen des gesetzlichen Schwellenwerts von 0,1 µg/L durch Pestizidwirkstoffe oder relevante Metaboliten seien lediglich an 587 Messstellen (3,6 %) festgestellt worden. Damit habe sich die Gesamtsituation deutlich verbessert, verglichen mit den 1990er Jahren, als noch 9,7 % der untersuchten Messstellen Konzentrationen oberhalb von 0,1 µg/L aufwiesen.

Diese Darstellung weist jedoch einen entscheidenden Fehler auf: Zwar wurde TFA bei den aktuellen Messungen erstmals systematisch mit untersucht, jedoch trotz seiner teratogenen Eigenschaften als „nicht relevanter Metabolit" behandelt. Entsprechend wurden die Belastungen nicht anhand des gesetzlichen Schwellenwerts von 0,1 µg/L, sondern nach einem sogenannten „Vorsorgemaßnahmenwert" von 10 µg/L für nicht relevante Metaboliten bewertet.

Hätte man die zum Zeitpunkt der Berichtslegung bereits von der EU-Kommission bestätigte toxikologische Relevanz von TFA als Grundwassermetaboliten anerkannt, hätten allein durch TFA bereits 76 % der Messstellen den gesetzlichen Schwellenwert überschritten.
Dieses Ergebnis wäre deutlich weniger schmeichelhaft gewesen. Denn 76 % der untersuchten Wasserkörper wären somit gemäß WRRL als in einen schlechten chemischen Zustand befindlich einzustufen (siehe Abb. 11). Abgesehen davon hätte es – und das ist das eigentlich Wichtige – konkrete regulatorische Maßnahmen im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie erforderlich gemacht, d.h. Maßnahmen, die der flächendeckenden Verschlechterung des chemischen Zustands des Grundwassers entgegenwirken.

Abb. 12: *Da TFA im aktuellen Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland als nicht relevanter Metabolit behandelt wurde, weisen lediglich 3,6 % der untersuchten deutschen Grundwassermessstellen einen schlechten chemischen Zustand auf, da sie den gesetzlichen Schwellenwert für Pestizide und relevante Metaboliten im Grundwasser überschreiten (linkes Diagramm). Wird TFA hingegen korrekt als relevanter Metabolit berücksichtigt, befinden sich 76 % der Messstellen im schlechten chemischen Zustand.*





5.3 TFA IN PFLANZEN UND PFLANZLICHEN ERZEUGNISSEN

Die Untersuchung europäischer Weine durch PAN Europe (siehe Abschnitt 5.1.2) hatte neben dem steilen Anstieg der TFA-Belastung von pflanzlichen Erzeugnissen auch beunruhigend hohe Konzentrationen gezeigt. Diese lassen vermuten, dass die Exposition des Menschen durch pflanzliche Lebensmittel um Größenordnungen höher sein könnte als jene durch den Konsum von Trinkwasser.

Auch die wissenschaftliche Literatur verdeutlicht, dass TFA von Pflanzen leicht aufgenommen und in unterschiedlichen Arten angereichert wird. So wurde gezeigt, dass TFA in Maispflanzen in erheblichen Konzentrationen nachweisbar ist, insbesondere in den oberirdischen Pflanzenteilen[112]. Die Autoren:innen dieser Studie, die Proben aus dem Jahr 2016 analysierten, verwiesen u.a. auf Konzentrationen zwischen 15,8 und 102 µg/kg in Maiskörnern. In Blättern verschiedener Baumarten sowie in Nadeln von Nadelbäumen konnte eine deutliche Akkumulation über die Zeit dokumentiert werden.[113,114] Hohe Gehalte wurden auch in Feuchtgebieten festgestellt[115]. In schwedischen Supermärkten wurden Anfang 2024 Proben von Babynahrung (Pürees) genommen. Zwei der neun Proben überstiegen mit Werten von über 25 µg/L sowohl den niederländischen als auch den dänischen Grenzwert für Trinkwasser (2,2 bzw. 9 µg/L). Noch ungünstiger schnitten Orangensäfte ab: 13 von 21 Proben waren deutlich belastet, mit einem Mittelwert von 34 µg/L[116].

In einer europaweiten Studie (62 Proben, von denen 40 aus Deutschland stammten) verglich ein deutsches Forscherteam unter anderem, worauf die im Bier festgestellten TFA-Werte zurückzuführen waren. Nur wenige Bierproben wiesen TFA-Werte auf, die mit den Konzentrationen im Trinkwasser vergleichbar waren – die meisten Biere zeigten signifikant höhere TFA-Belastungen. Als Hauptquelle für TFA im Bier wurde das verwendete Malz identifiziert.[117] Diese Befunde machen deutlich, dass TFA nicht nur ubiquitär in der Umwelt vorkommt, sondern sich auch in Lebensmitteln anreichert.

5.3.1 Untersuchungen von pflanzlichen Lebensmitteln im Auftrag der EU Kommission

Eine erste systematische Untersuchung zur Belastung pflanzlicher Lebensmittel mit TFA wurde 2017 im Auftrag der Europäischen Kommission durch das *European Reference Laboratory for Single Residue Methods (EURL-SRM)* veröffentlicht.[118] Für die Untersuchung wurden Proben unterschiedlicher pflanzlicher Produkte analysiert, darunter Gemüse (z. B. Tomaten, Gurken, Salat), Obst (z. B. Äpfel, Birnen, Trauben), Wein, Getreide und Tee.

Die Ergebnisse zeigten, dass TFA in einer Vielzahl von pflanzlichen Lebensmitteln nachweisbar war, wobei die Höhe der Belastungen zwischen den Warengruppen deutlich variierte.

Bio-Produkte enthielten durchgehend weniger TFA als konventionelle. Dennoch wurde TFA auch in Bio-Produkten in allen Warengruppen nachgewiesen, was die allgegenwärtige Verbreitung dieser Substanz verdeutlicht. Ein Vergleich zwischen den mittleren Belastungen von konventionellen und ökologischen Produkten der besonders stark belasteten Produktgruppen gibt Tabelle 3:

Tabelle 3: *Die mittleren Belastungen (Medianwerte) der am stärksten betroffenen Produktgruppen reichten von 0,043 mg/kg bei frischen Hülsenfrüchten bis 0,094 mg/kg bei Trockenhülsenfrüchten. Produkte aus biologischem Anbau lagen durchwegs unter der Bestimmungsgrenze (0,04 mg/kg), aber über der Nachweisgrenze (0,02 mg/kg).*

Produktgruppe	Konventionell (Median)	Bio (Median)
Trockenhülsenfrüchte (inkl. Soja)	0,094 mg/kg	> 0,02 mg/kg aber < 0,04 mg/kg
Hülsenfrüchte frisch	0,043mg/kg	> 0,02 mg/kg, aber < 0,04 mg/kg
Getreide	0,048 mg/kg	> 0,02 mg/kg, aber < 0,04 mg/kg
Wein	0,050 mg/kg	> 0,02 mg/kg, aber < 0,04 mg/kg

Damit dokumentierte die Untersuchung zwei zentrale Punkte: Erstens, dass TFA in pflanzlichen Lebensmitteln unabhängig von der Produktionsweise ubiquitär vorkommt, da es über den Wasserkreislauf in die Pflanzen gelangt; zweitens, dass im konventionellen Anbau zusätzlich TFA aus dem Einsatz von PFAS-Pestiziden hinzu kommt – wodurch die Belastung im Mittel höher ausfällt als im ökologischen Anbau.

Mögliche Gesundheitsrisiken der nachgewiesenen TFA-Belastungen waren nicht Gegenstand der Publikation. Ob die Ergebnisse jemals im Hinblick auf ein mögliches Risiko des damals als „toxikologisch nicht relevant" eingestuften Metaboliten für Verbraucher:innen bewertet wurden, ist den Autoren nicht bekannt.

5.3.2 TFA-Belastung von Getreide – mögliches Risiko für die Gesundheit

Zu einer fragwürdigen Aussage über mögliche Gesundheitsrisiken durch TFA fühlte sich im April 2025 das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) veranlasst. Anlass war die Veröffentlichung der hohen TFA-Gehalte in europäischen Weinen, die von PAN Europe und Michael Müller von der Universität Freiburg übereinstimmend festgestellt worden waren. Das BfR kommentierte diese Ergebnisse mit den Worten: *„Ein Mensch mit einem Körpergewicht von 60 Kilogramm (kg) müsste mindestens 9 Liter Wein am Tag trinken, um ausgehend vom höchsten gemessenen Wert die gesundheitsbasierten Richtwerte von TFA von 0,05 mg pro kg Körpergewicht zu überschreiten."*[119]

Fragwürdig ist diese „Neun-Liter-Behauptung" der deutschen Gesundheitsbehörde deshalb, weil sie auf dem veralteten und fehlerhaften ADI-Wert der EFSA aus dem Jahr 2014 basiert. Wird stattdessen der vom deutschen Umweltbundesamt (UBA) im Jahr 2020 berechnete ADI-Wert herangezogen, reduziert sich die rechnerisch akzeptable Trinkmenge auf weniger als drei Liter. Bei Anwendung des belgischen Wertes beträgt sie nur noch rund 0,4 Liter, und nach dem niederländischen Wert liegt sie sogar unter 50 Millilitern.

PAN Europe selbst hatte bei der Veröffentlichung der TFA-Befunde im Wein bewusst auf eine Bewertung des Gesundheitsrisikos verzichtet, da Wein kein Grundnahrungsmittel, sondern ein alkoholisches Genussmittel ist, dessen Konsum per se mit klar definierten gesundheitlichen Risiken verbunden ist. Die Mitgliedsorganisation GLOBAL 2000 nahm die Ergebnisse jedoch zum Anlass für eine Folgeuntersuchung. Dieses Mal standen Getreideerzeugnisse wie Brot, Nudeln, Frühstücksflocken, Cornflakes und Mehl im Fokus.

Die Ergebnisse waren ebenso beunruhigend wie jene im Wein. Präsentiert wurden sie im Report *„Die Ewigkeits-Chemikalie im täglichen Brot."*[120]

In Summe waren 48 Getreideerzeugnisse untersucht worden, die je zur Hälfte aus biologischem und konventionellem Anbau kamen. In allen Produkten war TFA oberhalb der Bestimmungsgrenze von 10 µg/kg nachweisbar. Die Belastungen reichten von 13 µg/kg bei Roggen aus biologischem Anbau bis zu 420 µg/kg in konventionellen Butterkeksen. Das entspricht dem 100- bis 1000-Fachen der ohnehin bereits hohen TFA-Werte in Regen-, Grund- und Trinkwasser. Konventionelle Produkte waren im Schnitt rund dreimal so hoch belastet wie Bio-Produkte. Doch auch jedes der 24 untersuchten Bio-Produkte wies Belastungen oberhalb von 10 µg/kg auf – selbst solche, die von Flächen stammten, die nie mit Pestiziden behandelt worden waren – was die hohe Mobilität und weite Verbreitung von TFA in der Umwelt unterstreicht.

Ein Vergleich mit der bislang einzigen amtlichen Untersuchung von Lebensmitteln auf TFA vor fast einem Jahrzehnt, bei der auch 38 Getreideerzeugnisse mit untersucht wurden (siehe Abschnitt 5.3.1), demonstriert, dass die TFA-Belastungen von Getreide in den letzten zehn Jahren – ähnlich wie beim Wein – deutlich angestiegen sind, und deutet darauf hin, dass sie sich seit 2015 verdreifacht haben.

Die NGO-Expert:innen stellten anhand der gemessenen Belastungen auch Berechnungen zur Ermittlung eines möglichen gesundheitlichen Risikos an[121] und zogen dafür die in Abschnitt 4.5 besprochenen gesundheitlichen Referenzwerten heran: 50 µg/kg KGW/d (EFSA 2014)[122], 18 µg/kg (UBA 2020)[123], 2,6 µg/kg KGW/d (Dep. ZORG 2024)[124] und 0,32 µg/kg KGW/d (RIVM 2023[17,125] und CSI/PFAS 2024 [18,126])

Für die Abschätzung der Exposition wurde die gemessene durchschnittliche TFA-Belastung in konventionellen Getreideerzeugnissen – sie lag bei 167 µg/kg – mit den deutschen Verzehrsdaten für Kinder und Kleinkinder bzw. Jugendliche und Erwachsene (14–80 Jahre) abgeglichen.

Das Ergebnis war brisant: Entwarnung gab es nur, wenn man die beiden älteren Richtwerte (EFSA 2014, UBA 2020) für die Risikoabschätzung heranzog. Bei Anwendung der neueren Richtwerte hingegen, die mit Kenntnis der Reproduktionstoxizität von TFA abgeleitet wurden und die weiter bestehenden erheblichen Datenlücken angemessen berücksichtigten, zeichnet sich ein alarmierendes Bild ab:

17 Dieser Wert ergibt sich, wenn man den vom RIVM vorgeschlagenen relativen Potenzfaktor (RPF) von 0,002 für TFA anwendet und als Basis die laut EFSA-Bewertung maximal tolerierbare tägliche(!) Aufnahme von PFOA (unter der Annahme, dass keine anderen PFAS vorkommen!).von 0,63 ng/kg KGW/Tag heranzieht. In diesem Modell hat TFA somit einen um den Faktor 500 höhere duldbare tägliche Aufnahme als PFOA. ZORG, „Eingehende Analyse des Auswahlverfahrens für den gesundheitsbezogenen Richtwert für Trifluoressigsäure (TFA) im Trinkwasser (2024);

18 Im wallonischen Teil Belgiens wird seit Herbst 2024 auf Empfehlung des mit der Frage befassten Wissenschaftlichen Beirats Comité scientifique indépendant (CSI) PFAS" der auf der Risikobewertung der RIVM basierende Trinkwassergrenzwert von TFA angewendet.

Jugendliche und Erwachsene überschreiten bei einem durchschnittlichen Konsum von Getreide den niederländischen bzw. wallonischen Richtwert um das 1,6-fache; Kleinkinder sogar um mehr als das 4-fache. Und auch die – im Vergleich dazu weniger vorsichtige – flämische Risikobewertung zeigt bei Kleinkindern allein durch den Verzehr von Getreide bereits eine rund 50 %-ige Ausschöpfung der duldbaren täglichen Aufnahme – Belastungen durch Obst und Gemüse, tierische Lebensmittel und Trinkwasser sind noch gar nicht berücksichtigt.

Der renommierte Umweltchemiker und PFAS-Forscher Hans Peter Arp kommentierte die Studienergebnisse wie folgt:

„Die hier vorgestellte Studie liefert neue Daten zu TFA in Getreide. Diese Ergebnisse sind schockierend, aber nicht überraschend. Sie sind schockierend, weil die TFA-Konzentrationen den niederländischen Expositionsgrenzwert überschreiten. Aber dies ist nicht überraschend, da es mit dem Anstieg von TFA in Wasser, Säften, Bier und Wein übereinstimmt." [127]

5.4 TFA IM BLUT

Während TFA von den Behörden nicht als bioakkumulativ, d.h. sich in der Nahrungskette anreichernd, eingestuft wird – die Behörden orientieren sich dabei vor allem an Messungen in Fischen, ob sich ein Stoff in deren Gewebe anreichert und so in die Nahrungskette gelangt –, zeigen neuere Studien, dass die Substanz im menschlichen Körper sehr wohl in relevanten Mengen nachweisbar ist.

Arp et al. (2024) fassen mehrere Untersuchungen zusammen, in denen TFA im Blut von Menschen bestimmt wurde. In einer Studie aus China wurde eine erhebliche mittlere Serumkonzentration von 8,46 µg/L gemessen. Solche Konzentrationen sind vergleichbar mit denen langkettiger PFAS wie PFOS oder PFOA bei exponierten Bevölkerungsgruppen wie Industriearbeitern.[128,129] Eine Untersuchung aus den USA berichtete einen Medianwert von 6 µg/L und einen Maximalwert von 77 µg/L. Bemerkenswert ist, dass in dieser Studie TFA allein 57 % der Gesamtmasse von 39 nachgewiesenen PFAS im Serum ausmachte.[130]

Damit wird deutlich, dass TFA im menschlichen Organismus eine viel größere Rolle spielt, als es anhand seiner physikochemischen Eigenschaften – hohe Wasserlöslichkeit, geringe Affinität zu Lipiden – ursprünglich vermutet wurde. Offenbar erfolgt eine effiziente Aufnahme aus Wasser und pflanzlichen Lebensmitteln, die zu einer relevanten systemischen Belastung führt. Damit stellt sich die dringende Frage, welche gesundheitlichen Risiken mit dieser systemischen Exposition verbunden sind – eine Frage, die bislang von den Behörden nicht ausreichend beantwortet wurde.

6. PFAS-Pestizide in der Landwirtschaft

Synthetische Pestizidwirkstoffe gelten in der konventionellen Landwirtschaft seit Jahrzehnten als unverzichtbares Hilfsmittel, um Pflanzen zu schützen und Erträge zu sichern. Bei der Entwicklung neuer Wirkstoffe orientierte sich die chemische Industrie jedoch weniger am Vorsorgeprinzip als an marktwirtschaftlichen Überlegungen. Die zunehmende Einführung von PFAS-Pestiziden ist ein bezeichnendes Beispiel dafür: Wirkstoffe wurden vor allem danach ausgewählt, wie sie sich als „leistungsstarke Produkte" vermarkten lassen – nicht danach, ob sie Böden, Wasser und letztlich auch die Erzeugnisse der eigenen Kundschaft langfristig belasten.

Mit der Einführung der Trifluormethyl-Gruppe ($-CF_3$) in die Molekülstruktur schuf die Industrie Pestizide, die chemisch stabiler sind, länger in der Umwelt verbleiben und oft auch eine höhere biologische Wirksamkeit entfalten – etwa durch eine leichtere Aufnahme in Zellen und einen langsameren Abbau. Für Hersteller bedeutete das: stärkere Wirkung, längerer Schutz, attraktiveres Produkt.

Doch dieser vermeintliche Fortschritt wurde von Anfang an mit einem hohen Preis erkauft: PFAS-Pestizide mit einer $C-CF_3$-Gruppe zerfallen in der Umwelt früher oder später zu Trifluoressigsäure (TFA) – einer hochmobilen „Ewigkeitschemikalie", die Böden und Gewässer auf unabsehbare Zeit kontaminiert und sich zunehmend auch in landwirtschaftlichen Erzeugnissen nachweisen lässt.

Landwirt:innen wurden über diese Kehrseite weder von der Industrie noch von Behörden oder Interessenvertretungen informiert – bis heute nicht. PFAS-Pestizide sind nicht als solche gekennzeichnet, so dass Bäuerinnen und Bauern meist unwissentlich dazu beitragen, ihre eigenen Produktionsgrundlagen mit einer Substanz zu belasten, die führende Wissenschaftler:innen inzwischen als Bedrohung für planetare Belastungsgrenzen einstufen.

Trotzdem behaupten industrienahe Lobbyisten noch immer, PFAS-Pestizide seien für die landwirtschaftliche Produktion unverzichtbar. Mitunter wird sogar suggeriert, ohne sie sei Landwirtschaft gar nicht mehr möglich. Ein Blick in die Praxis – und nicht zuletzt in den ökologischen Landbau – zeigt jedoch das Gegenteil. Die Biolandwirtschaft beweist seit Jahrzehnten, dass Produktion auch ohne chemisch-synthetische Pestizide – und damit ohne PFAS-Pestizide – möglich ist.

Alle biologischen Methoden des Pflanzenschutzes stehen der konventionellen Landwirtschaft ebenfalls zur Verfügung. Mehr noch: Seit 2009 sind die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes für alle beruflichen Verwender von Pestiziden gesetzlich verpflichtend. Das ergibt sich aus der Richtlinie 2009/128/EG und der Verordnung Nr. 1107/2009. Der integrierte Pflanzenschutz folgt einem Stufenmodell: Vorrang haben vorbeugende Maßnahmen wie die Auswahl resistenter Sorten, eine vielfältige Fruchtfolge oder kulturtechnische Methoden zur Minimierung des Schädlingsdrucks. Erst wenn diese nicht ausreichen, kommen biologische Verfahren wie der Einsatz oder die Förderung von Nützlingen, die Nutzung von Pheromonen oder mikrobiologische Präparate zum Einsatz. Chemische Pflanzenschutzmittel sind nach dem IPM-Prinzip stets letzte Wahl – und nur dann einzusetzen, wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Das aber sieht in der Praxis leider anders aus.

Für den chemischen Pflanzenschutz stehen europäischen Landwirt:innen derzeit mehrere hundert zugelassene Wirkstoffe zur Verfügung, die in einer noch größeren Zahl von Pflanzenschutzmitteln enthalten sind. Nur 8 % dieser Wirkstoffe zählen zur Gruppe der PFAS.

6.1 GENEHMIGTE PFAS-WIRKSTOFFE IN DER EU UND DEUTSCHLAND

In der EU sind aktuell (Stand 1. August 2025) 422 Pestizidwirkstoffe genehmigt. Davon sind 33 (8 %) PFAS-Wirkstoffe. Ein weiterer PFAS-Pestizidwirkstoff, Flufenacet, hat seine Zulassung im Juni 2024 verloren, ist aber aufgrund der vom BVL großzügig gewährten Übergangsfristen in Deutschland noch bis Ende 2026 im Verkehr.

In Summe sind 27 dieser PFAS-Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln enthalten, die in Deutschland zugelassen sind. Diese setzen sich zusammen aus 11 Herbizid-, 10 Fungizid- und 6 Insektizidwirkstoffen. Eine Übersicht bietet die folgende Tabelle.

Tabelle 4: *Liste der PFAS-Wirkstoffe (mit mindestens einer -CF_3-Gruppe), die in Deutschland im Verkehr sind (Stand 1. Oktober 2025).*

PFAS-Wirkstoff	Anzahl PFAS-Produkte	Verkaufs-menge 2023 [t]	Zulassungsperiode	Zulassungsstatus EU
Diflufenican	36	263,9	01.01.2009 – 15.01.2026 (verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Fluazinam	18	172,8	01.03.2009 – 15.04.2026 (Genehmigung verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Flufenacet	18	682,8	Genehmigung gültig vom 01.01.2004 bis zum 15.06.2025; ab Dezember 2026 verboten	Ab Dezember 2026 verboten
Lambda-Cyhalothrin	17	34,5	**01.01.2002 – 31.08.2026 (Genehmigung verlängert)**	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Mefentrifluco-nazole	13	137,0	20.03.2019 – 20.03.2029	Antrag auf Wiedergenehmigung fällig bis 20.03.2026
Oxathiapiprolin	10	6,7	03.03.2017 – 03.03.2027	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Fluazifop-P	9	21,2	01.01.2012 – 31.05.2026 (Genehmigung verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Fluopyram	8	130,6	**01.02.2014 – 30.06.2026 (Genehmigung verlängert)**	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Trifloxystrobin	7	12,7	01.08.2018 – 31.07.2033	Antrag auf Wiedergenehmigung fällig bis 31.07.2030
Flonicamid	6	22,0	01.09.2010 – 30.11.2026	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Prosulfuron	6	1,4	01.07.2002 – 15.06.2026	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**

PFAS-Wirkstoff	Anzahl PFAS-Produkte	Verkaufs-menge 2023 [t]	Zulassungsperiode	Zulassungsstatus EU
Tembotrione	6	34,8	01.05.2014 – 31.12.2026 (Genehmigung verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Fluopicolide	5	29,6	01.06.2010 – 31.08.2026	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Tefluthrin	5	21,1	01.01.2012 – 31.05.2027 (Frist verlängert/verschoben)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Flazasulfuron	4	0,4	01.08.2017 – 31.07.2032	Antrag auf Wiedergenehmigung fällig bis 31.07.2029.
Pyroxsulam	4	7,9	01.05.2014 – 30.09.2027 (Genehmigung verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Isoxaflutol	3	33,6	01.08.2019 – 31.07.2034	Antrag auf Wiedergenehmigung fällig bis 31.07.2031.
Cyflufenamid	2	3,9	01.04.2010 – 30.06.2027 (Genehmigung verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Flutolanil	2	31,2	01.03.2009 – 15.06.2025 (Genehmigung verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft: Vorschlag für Nichtverlängerung (Dezember 2024).**
Penoxsulam	2	3,0	01.08.2010 – 31.05.2026	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Tau-Fluvalinate	2	14,8	01.06.2011 – 31.01.2027 (Genehmigung verlängert)	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Beflubutamid	1	19,0	01.12.2007 – 31.10.2026	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Cyflumetofen	1	0,1	01.06.2013 – 31.10.2025	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**
Flutianil	1	<0,1	14.04.2019 – 14.04.2029	Antrag auf Wiedergenehmigung fällig bis 14.04.2026.
Penthiopyrad	1	7,1	31. Oktober 2025 (Antrag vom Antragsteller zurückgezogen)	**Antrag zurückgezogen**
Picolinafen	1	10,3	01.11.2016 – 30.06.2031	Antrag auf Wiedergenehmigung fällig bis 30.06.2028.
Sulfoxaflor	1	<0,1	18.08.2015 – 18.08.2025	**Wiedergenehmigungsverfahren läuft**

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, werden zwei der derzeit 27 in Deutschland zulässigen PFAS-Wirkstoffe in absehbarer Zeit vom Markt genommen. Das betrifft zum einen den mit 683 Tonnen derzeit meistverkauften Wirkstoff Flufenacet. Hier hatten die Behörden eine Verlängerung der EU-weiten Genehmigung verweigert – mit Verweis auf seine nachweislich hormonwirksamen Eigenschaften sowie auf die Emission von TFA ins Grundwasser. Zum anderen betrifft es Penthiopyrad. Hier läuft die Zulassung Ende Oktober 2025 aus, ohne dass die Hersteller eine Wiederzulassung beantragt hätten. Ein weiterer PFAS-Wirkstoff, Flutolanil, hat das Bewertungsverfahren der EFSA bereits durchlaufen. Die Europäische Kommission hält eine Wiederzulassung für nicht möglich, da der Wirkstoff TFA ins Grundwasser emittiert. Bislang konnte die Kommission jedoch – dem Vernehmen nach – keine qualifizierte Mehrheit der Mitgliedstaaten für ein Verbot finden. Der Vorschlag wird daher weiterhin im Ständigen Ausschuss für Pflanzen, Tiere, Lebensmittel und Futtermittel (SCOPAFF) „diskutiert".

18 weitere PFAS-Wirkstoffe befinden sich derzeit im Verfahren zur Erneuerung ihrer Genehmigung. Das bedeutet, dass geprüft wird, ob die gesetzlichen Zulassungsvoraussetzungen gemäß Artikel 4 der EU-Pestizidverordnung weiterhin erfüllt sind, was angesichts der PFAS-Natur dieser Wirkstoffe unwahrscheinlich ist.

Für sechs weitere Wirkstoffe laufen Fristen, bis wann die Hersteller einen Antrag auf Wiederzulassung stellen müssten. Es wäre wünschenswert, diesen Unternehmen klar zu signalisieren, dass die gesetzlichen Voraussetzungen eine erneute Genehmigung von PFAS-Pestiziden, die TFA ins Grundwasser emittieren, nicht zulassen – und dass es daher sinnvoller wäre, die verfügbaren Ressourcen nicht in entsprechende Anträge, sondern in die Entwicklung und Erforschung sicherer Alternativen zu investieren.

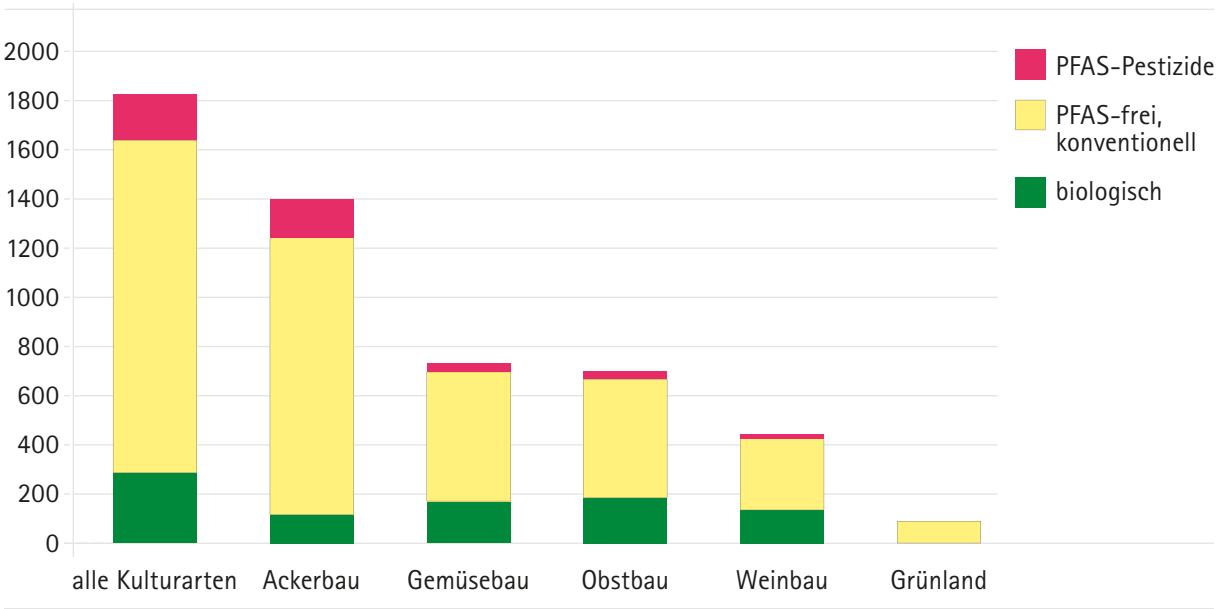
Die Einleitung eines Artikel-21-Verfahrens durch die Kommission – die angesichts der vorliegenden Fakten zu TFA ohnehin geboten ist – könnte ein zusätzliches deutliches Signal an die Hersteller senden, dass eine Wiederzulassung von PFAS-Wirkstoffen nicht mehr in Betracht kommt.

6.2 ZUGELASSENE PFAS-PESTIZIDPRODUKTE IN DEUTSCHLAND

Ein Abgleich des deutschen Pflanzenschutzmittel-Verzeichnisses[131] mit der Liste der aktuell in der EU im Verkehr befindlichen PFAS-Wirkstoffe ergab, dass in Deutschland (Stand 1. August 2025) 1.801 Pestizid-Produkte (Pflanzenschutzmittel) für den Erwerbsanbau zugelassen sind. **176** dieser Produkte (10 %) enthalten einen oder mehrere PFAS-Wirkstoffe.

Betrachtet man die Zulassungssituation hinsichtlich der fünf wichtigen Einsatzgebiete Ackerbau, Obstbau, Gemüsebau und Weinbau, erweist sich der Ackerbau, also die Anbauform mit dem größten Flächenanteil, auch als jene mit der größten Auswahl an chemischen Pestiziden, inklusive PFAS-Pestiziden (siehe Abb. 13).

Abb. 13: *Von den 1.801 in Deutschland zugelassenen Pestizidprodukten enthält rund jedes zehnte Produkt einen oder mehrere PFAS-Wirkstoffe (roter Balken). Die meisten Zulassungen entfallen auf den Ackerbau, gefolgt vom Gemüsebau, Obstbau, Weinbau und der Grünland-Bewirtschaftung. In der Biolandwirtschaft sind ausschließlich Pflanzenschutzmittel mit natürlichen Wirkstoffen erlaubt – und PFAS-Pestizide somit grundsätzlich ausgeschlossen.*



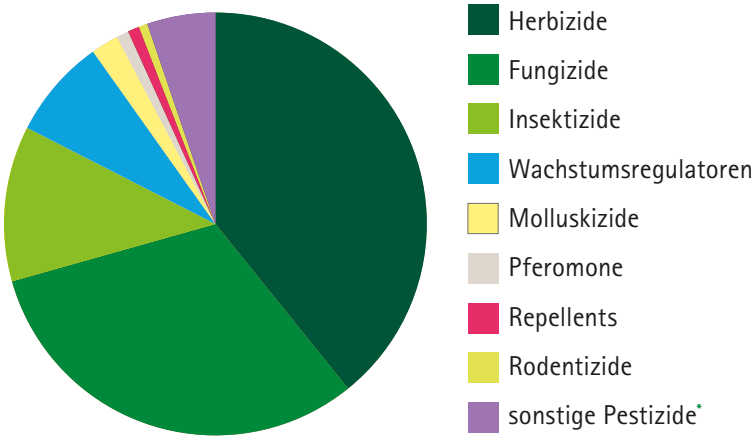
Von den 1801 zugelassenen Pestizidprodukten[19] enthalten lediglich 176 PFAS-Wirkstoffe.[20]

19 706 Herbizide, 566 Fungizide, 214 Insektizide, 138 Wachstumsregler und 177 sonstige Pestizidprodukte

20 79 Herbizide, 65 Fungizide, 32 Insektizide

Abb. 13: *Die 1.801 in Deutschland zugelassenen Pestizidprodukte (linkes Diagramm) setzen sich zusammen aus 39 % Herbizide, 31 % Fungizide, 12 % Insektizide, 8 % Wachstumsregler, 2 % Molluskizide, 1 % Pheromone, 1 % Repellents, 0,5 % Rodentizide sowie 5 % sonstige Produkte*. 176 dieser Pestizidprodukte enthalten einen oder mehrere PFAS-Wirkstoffe. Diese PFAS-Pestizide (rechtes Diagramm) setzen sich zusammen aus 43 % Herbizide, 40 % Fungizide und 17 % Insektizide.*

Pestizide gesamt (n=1.801)

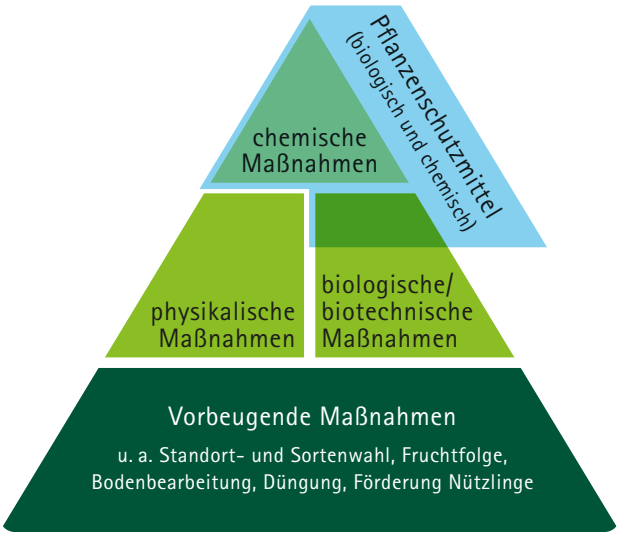


PFAS-Pestizide (n=176)

* dazu zählen Virizide, Nematizide, Desinfektionsmittel und Wirkstoffe, die sich nicht eindeutig zuordnen lassen

Wenn man sich vor Augen führt, dass die gesetzliche Grundlage einen integrierten Ansatz beim Pflanzenschutz verlangt, bei dem chemisch-synthetische Pestizide stets nur die letzte Option darstellen dürfen, wenn andere Maßnahmen nicht wirksam sind, und wenn man sich zugleich vor Augen führt, dass nach einem gesetzlich gebotenen Widerruf der Zulassungen weiterhin neun von zehn Pflanzenschutzmittel-Optionen verfügbar bleiben, und wenn man schließlich berücksichtigt, dass die Biolandwirtschaft mit einem deutlich kleineren Repertoire an Pflanzenschutzmitteln zurechtkommt, dann wird deutlich, dass das notwendige Aus für PFAS-Pestizide die konventionelle Landwirtschaft zwar vor Herausforderungen stellen kann, sie jedoch keineswegs vor unlösbare Probleme stellt.

So zeigt eine vom BUND vorgelegte Strategie, dass sich die Abhängigkeit von chemischen Wirkstoffen, zu denen auch PFAS-Pestizide zählen, mit vorhandenen Methoden erheblich reduzieren ließe: durch die Züchtung und Nutzung robusterer Sorten, vielfältige Fruchtfolgen, den Humusaufbau und die Förderung des Bodenmikrobioms sowie durch nicht-chemische Verfahren wie mechanische Unkrautbekämpfung, Nützlingsförderung oder den Einsatz von Pheromonen. Dass diese Möglichkeiten bislang nicht konsequent genutzt werden, liegt weniger an technischen Hürden als an wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen. Ein Verbot von PFAS-Pestiziden würde daher den dringend nötigen Umstieg auf nachhaltigere Verfahren beschleunigen[132].



Eine fortgesetzte Vergiftung von Böden, Wasser und der gesamten Biosphäre mit einer fortpflanzungsgefährdenden Ewigkeitschemikalie hingegen stellt die Menschheit jetzt schon vor große Probleme.

Die Veröffentlichung der Liste der PFAS-Pestizide[133] soll hier Transparenz schaffen.

Zugleich ist es unser Anliegen, Landwirt:innen über die gefährliche und auch für ihre eigene Produktion nachteilige Natur einiger auf dem Markt befindlicher Pestizidprodukte zu informieren. Sie ist zugleich ein Appell an alle landwirtschaftlichen Interessenverbände, diese Information an ihre Mitglieder weiterzugeben und zusätzlich über PFAS-freie Alternativen zu informieren.

Sicher wird in einzelnen Fällen die Umstellung auf eine PFAS-freie Produktion besonders herausfordernd sein, insbesondere dann, wenn der Wettbewerbsdruck entsprechend hoch ist. In solchen Situationen sind Politik und Interessenverbände gefordert, durch Beratung, Innovation und gezielte Hilfestellungen unterstützend zur Seite zu stehen. Nur so kann der dringend notwendige Ausstieg zügig und ohne Wettbewerbsnachteile gelingen. Das grundlegende Wissen dafür ist bekannt.

7. Fazit und Forderungen

TFA ist das mögliche Abbauprodukt von Hunderten PFAS-Chemikalien. Dennoch stellt die begrenzte Zahl von rund 30 PFAS-Pestiziden die Hauptquelle für die Belastung von Trinkwasser und Lebensmitteln mit dieser Ewigkeitschemikalie dar.

Die europäische Pestizidverordnung und die Wasserrahmenrichtlinie bieten einen klaren rechtlichen Rahmen, der den Einsatz von Pestiziden verbietet, deren Anwendung zu einer Belastung von Wasser und Lebensmitteln mit dem fortpflanzungsgefährdenden Abbauprodukt führt. Dass die bestehenden gesetzlichen Regelungen bislang nicht gegriffen haben, ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass europäische Behörden – allen voran die EFSA – es versäumt haben, TFA als toxikologisch relevanten Metaboliten einzustufen.

Den PFAS-Herstellern ist seit Jahrzehnten bewusst, dass TFA ein Problem darstellt, und auch der EFSA war spätestens seit 2008 klar, dass es sich bei diesem Abbauprodukt um ein problematisches Molekül handelt, für dessen Bewertung wichtige Studien fehlten. Unsere Fallbeispiele zu Fluometuron, Fluazinam und Flurtamon verdeutlichen ein grundsätzliches Muster: Schon vor über 20 Jahren war bekannt, dass PFAS-Pestizide eine langlebige „Ewigkeitschemikalie" freisetzen, die sich in Wasser, Böden und Lebensmitteln anreichert – dennoch wurden ihre möglichen Gesundheits- und Umweltrisiken nicht untersucht, obwohl konkrete Hinweise darauf vorlagen.

Zudem sind die genannten „Mutterpestizide" inzwischen selbst als vermutlich oder wahrscheinlich krebserregend und/oder fortpflanzungsgefährdend eingestuft. Dieses Muster findet sich nicht nur bei den hier dargestellten Fällen, sondern auch bei mittlerweile 14 PFAS-Pestiziden, die als karzinogen oder reproduktionstoxisch der Kategorie 1B oder 2 eingestuft sind. Warum TFA, das zentrale Abbauprodukt dieser Wirkstoffe, über Jahre hinweg dennoch als „nicht relevanter Metabolit" behandelt wurde, ist nicht nachvollziehbar.

Dass die EFSA im Jahr 2014 anstelle einer eigenständigen und regelkonformen Bewertung die fehlerhafte Risikoeinschätzung des PFAS-Herstellers Bayer übernahm, trug maßgeblich dazu bei, dass die Risiken und Gefahren von TFA unerkannt blieben und somit der fortgesetzten Zulassung von PFAS-Pestiziden nicht im Wege standen.

Dass die EFSA im Jahr 2025 erneut eine fehlerhafte Risikobewertung vorlegt, die grundlegend von den Bewertungen anderer Behörden abweicht und erneut auffallende Parallelen zur Argumentation von Bayer aufweist, ist ein schwerwiegendes Versagen mit potenziell weitreichenden Folgen für Umwelt- und Gesundheitsschutz. Der vorgeschlagene ADI-Wert berücksichtigt weder die empfindlichsten Effekte noch trägt er den erheblichen, von der EFSA mitverschuldeten Datenlücken angemessen Rechnung. Er liegt daher um ein Vielfaches über den Richtwerten, die von anderen Behörden verwendet werden.

Es bleibt zu hoffen, dass die im Rahmen der öffentlichen Konsultation eingereichten Stellungnahmen Berücksichtigung finden – und dass TFA endlich mit der wissenschaftlichen und regulatorischen Sorgfalt behandelt wird, die seiner ökologischen und gesundheitlichen Bedeutung entspricht.

Eine fehlerhafte Risikobewertung birgt das Risiko politischer Fehlentscheidungen – mit potenziell schwerwiegenden Folgen für die Gesundheit der Menschen in Europa und für die Umwelt. Jetzt braucht es rasche Verbote aller PFAS-Pestizide und anderer Quellen von TFA sowie eine solide, wissenschaftlich fundierte Risikobewertung als Grundlage für verbindliche und sichere Grenzwerte in Wasser und Lebensmitteln – zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt.

Forderungen

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu PFAS-Pestiziden und insbesondere zu TFA sind eindeutig:

Wir haben es mit einer Ewigkeitschemikalie zu tun, die sich in der Umwelt nicht abbaut, sondern sich in unseren Gewässern, in Böden, in Lebensmitteln und sogar im menschlichen Blut anreichert.

Die Freisetzung dieser Ewigkeitschemikalien ist das Gegenteil von nachhaltiger Entwicklung und damit ein klarer Bruch mit den Prinzipien des europäischen Green Deal.

Die zentrale Botschaft ist:

Wir haben keine Zeit mehr zu verlieren. Die Datenlage ist klar, die Rechtslage ebenso. EU-Recht verpflichtet uns, den Schutz von Gesundheit, Wasser und Umwelt über die Steigerung landwirtschaftlicher Produktivität zu stellen. Und dennoch erleben wir seit Jahren ein Zögern, ein Abwarten, ein Verschleppen. Währenddessen steigt die Belastung unseres Grund- und Trinkwassers mit TFA unaufhaltsam. Jeder weitere Tag der Untätigkeit verschärft die Krise.

Deshalb fordere ich die Europäische Kommission, die Mitgliedstaaten und das Europäische Parlament auf: Handeln Sie jetzt!

1. Ein sofortiges Verbot aller PFAS-Pestizide
Pestizide, die beim Abbau TFA freisetzen, erfüllen die Zulassungskriterien nicht. Ihre Genehmigungen müssen widerrufen werden – ohne Ausnahme.

2. Stärkung und Unabhängigkeit der Zulassungsbehörden
Die EFSA muss unabhängig, transparent und im Interesse der Verbraucher:innen handeln – und darf nicht länger als Fürsprecherin der Industrie fungieren. Dafür muss sie auch ihre fehlerhafte ADI-Ableitung überarbeiten, also die noch akzeptable tägliche Aufnahmemenge, um gesundheitliche Beeinträchtigungen zu verhindern. Die EFSA muss außerdem sicherstellen, dass es zuverlässige Studien zu krebserregenden, hormon- und immunschädigenden sowie entwicklungsneurotoxischen Eigenschaften von TFA gibt.

3. Unterstützung für eine PFAS-freie Landwirtschaft
Landwirt:innen brauchen Information, Beratung und gezielte Förderungen für den Umstieg auf PFAS-freie Alternativen und biologische Bewirtschaftung.

4. Konsequente Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie
Wir brauchen verbindliche Grenzwerte für TFA im Grund- und Trinkwasser sowie ein europaweites Monitoring, das Transparenz schafft und Bürger:innen schützt.

5. Sichere Grenzwerte für TFA im Trinkwasser
Auf Grundlage des überarbeiteten ADI müssen EU-weit sichere Grenzwerte für TFA im Trinkwasser festgelegt werden, deren Einhaltung regelmäßig überwacht wird. Die dadurch entstehenden Kosten dürfen nicht von den Trinkwasserversorgern und damit den Verbraucher:innen getragen werden, sondern müssen von der Industrie übernommen werden, die für die Verunreinigung verantwortlich ist.

6. Ein Exportverbot für PFAS-Pestizide, sobald sie in der EU verboten sind
PFAS-Pestizide, die in der EU aus gutem Grund verboten sind, dürfen nicht länger exportiert werden. Es ist unverantwortlich, diese Belastung in die Länder des globalen Südens mit ihren in der Regel niedrigeren Umweltstandards zu exportieren.

7. Stärkung der Verbraucherinteressen durch Transparenz
Alle Verbraucher:innen haben ein Recht, zu wissen, ob ihre Lebensmittel und ihr Trinkwasser mit PFAS belastet sind. Dafür brauchen wir eine europaweite Veröffentlichung von Messdaten und ein umfassendes Informationsrecht.

8. Einrichtung eines europaweiten Monitoring-Programms
Wir brauchen ein dauerhaftes Monitoring der PFAS-Belastung von Verbraucher:innen und Landwirt:innen – mit Blut- und Urinuntersuchungen, repräsentativen Studien und regelmäßiger Veröffentlichung der Ergebnisse.

9. Deutschland muss seiner Verantwortung gerecht werden
Deutschland muss seine wissenschaftliche Vorreiterrolle in politisches Handeln übersetzen: durch ein nationales Verbot von PFAS-Pestiziden, eine konsequente Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und ein Förderprogramm für eine PFAS-freie Landwirtschaft.

10. Verursacherprinzip konsequent anwenden
Die Chemie- und Pestizidindustrie muss für die Schäden aufkommen, die sie verursacht hat – von der Sanierung belasteter Gewässer bis zur Umrüstung der Kläranlagen.

Danksagung

Dieser Bericht wäre ohne die Unterstützung und Expertise vieler Kolleginnen und Kollegen nicht in dieser Form möglich gewesen. Besonderer Dank gilt Salomé Roynel und Dr. Angeliki Lysimachou (beide PAN Europe) sowie Mag., Thomas Durstsberger (GLOBAL 2000), Dr. Andrea Beste, die durch ihre Recherchen, Hinweise und inhaltlichen Beiträge maßgeblich zur Qualität dieser Arbeit beigetragen haben.

Zu den Autoren

Dr. Peter Clausing ist Toxikologe und arbeitet seit 2014 mit dem Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN Germany) zusammen. Er lebt in der Nähe von Potsdam.

Kontakt: peter.clausing@pan-germany.org

© Matthias Weissengruber

Dr. Helmut Burtscher-Schaden ist Biochemiker und Buchautor. Er lebt in Wien und arbeitet für die österreichische Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000.

Kontakt: helmut.burtscher@global2000.at

Endnoten

1 https://www.theguardian.com/environment/2024/may/01/rapidly-rising-levels-of-tfa-forever-chemical-alarm-experts

2 https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.4c06189?ref=article_openPDF

3 http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161830

4 https://doi.org/10.1021/acs.est.3c06499

5 https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/em/d1em00228g

6 https://doi.org/10.5334/aogh.4013

7 https://static.ewg.org/reports/2019/pfa-timeline/3M-DuPont-Timeline_sm.pdf

8 https://www.nytimes.com/2016/01/10/magazine/the-lawyer-who-became-duponts-worst-nightmare.html

9 https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6992415/

10 https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/em/d1em00306b

11 https://www.goorden.be/img/the_dark_PFAS_hypothesis-Thomas_Goorden.pdf

12 https://www.fluorocarbons.org/wp-content/uploads/2022/01/2021_12_EFCTC-Position-paper-Storn-case-for-natural-TFA-in-oceans_F_-1.pdf

13 https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/em/d1em00306b

14 https://www.goorden.be/img/the_dark_PFAS_hypothesis-Thomas_Goorden.pdf

15 https://policycommons.net/artifacts/4845526/evaluation-of-approaches-for-assessing-pfas-mixtures/5682240/)

16 https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-022-03336-9

17 https://www.global2000.at/sites/global/files/Glyphosate_and_cancer_Buying_science_EN_0.pdf

18 https://corporateeurope.org/en/pressreleases/2015/05/toxic-affair-how-chemical-lobby-blocked-action-hormone-disrupting-chemicals

19 https://www.goorden.be/img/the_dark_PFAS_hypothesis-Thomas_Goorden.pdf

20 https://www.endseurope.com/article/1838701/echa-buried-avalanche-feedback-pfas-restriction-proposal (hinter Paywall)

21 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/102_2023_texte_tfa.pdf

22 https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20250224_OTS0037/tfa-im-grundwasser-landwirtschaftskammer-unterschaetzt-pestizid-einfluss

23 https://www.global2000.at/sites/global/files/TFAinTrinkwasser_Report_Final_DE.pdf

24 https://www.landwirtschaft-verstehen.at/landwirtschaft-fuer-alle/landwirtschafts-abc/detail/pfas

25 https://eur-lex.europa.eu/DE/legal-content/glossary/precautionary-principle.html

26 https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0001:0050:de:PDF

27 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX%3A32000L0060

28 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107

29 https://www.global2000.at/sites/global/files/Rechtsgutachten-PFAS-Pestizide_160924.pdf

30 https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-05/sc_phyto_20210324_ppl_sum.pdf

31 https://www.global2000.at/sites/global/files/Rechtsgutachten-PFAS-Pestizide_160924.pdf, S.34

32 https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:372:0019:0031:DE:PDF

33 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107, Artikel 3 (32)

34 https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-10/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr-rev11.pdf, S.6

35 https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr.pdf, S.9-10 bzw. https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-10/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr-rev11.pdf, S.11-12

36 https://food.ec.europa.eu/document/download/9986d05f-ac97-4641-ae16-a684d6620792_en?filename=sc_phyto_20240522_ppl_sum.pdf, S.12

37 https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-10/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr-rev11.pdf, S.7f

38 https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/analytik/pdf/ECHO_Update_Trifluoracetat_2020_Final.pdf

39 https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0258.pdf, S.3

40 https://www.stimme.de/archiv/region-hn/tfa-im-neckar-einer-ominoesen-chemikalie-auf-der-spur-art-3756520

41 https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0258.pdf

42 LANUV NRW (2020): Update zur Bewertung von Trifluoracetat im Trinkwasser. Link

43 https://www.kontextwochenzeitung.de/wirtschaft/732/gift-im-wasser-und-das-schweigen-der-aemter-10165.html

44 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/2021_hg_chemiekalieneintrag_bf_v2.pdf

45 https://www.efsa.europa.eu/en/consultations/call/170920

46 https://www.umweltbundesamt.de/themen/pestizidzulassungen-gefaehrden-unser-grund

47 https://www.umweltbundesamt.de/themen/pestizidzulassungen-hebeln-umweltschutz-aus

48 https://www.umweltbundesamt.de/themen/pestizidzulassungen-hebeln-umweltschutz-aus

49 https://www.umweltbundesamt.de/themen/pestizidzulassungen-gefaehrden-unser-grund

50 https://www.umweltbundesamt.de/themen/pestizidzulassungen-hebeln-umweltschutz-aus

51 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32009R1107

52 https://www.global2000.at/sites/global/files/Rechtsgutachten-PFAS-Pestizide_160924.pdf und https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf?text=&docid=285186&pageIndex=0&doclang=de&mode=req&dir=&occ=first&part=1&cid=916370, Punkt 97

53 https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04_pflanzenschutzmittel/2025/2025_02_04_Fa_Flufenacet.html

54 https://mst.dk/media/rzilshag/bilag-liste-over-midler-i-gr-1-3-rev.pdf

55 https://mst.dk/nyheder/2025/juli/miljoestyrelsen-forbyder-23-pesticidmidler

56 https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2024/12/978-87-7038-688-3.pdf

57 https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-05/sc_phyto_20210324_ppl_sum.pdf

58 https://food.ec.europa.eu/document/download/9986d05f-ac97-4641-ae16-a684d6620792_en?filename=sc_phyto_20240522_ppl_sum.pdf

59 https://ec.europa.eu/transparency/comitology-register/core/api/integration/ers/435336/102561/1/attachment

60 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37273487/

61 https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/nnpw0228/

62 https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/xnpw0228/

63 https://static.ewg.org/reports/2019/pfa-timeline/3M-DuPont-Timeline_sm.pdf

64 https://www.epa.gov/newsreleases/biden-harris-administration-finalizes-first-ever-national-drinking-water-standard

65 https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scp_out28_en.pdf

66 https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scp_out90_ppp_en.pdf

67 https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scp_out90_ppp_en.pdf

68 https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2017.4976

69 https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.137r, S.38

70 https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2008.137r, Appendix 1 – List of endpoints, S. 52

71 https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/pesticides_ppp_app-proc_guide_fate_metabolites-groundwtr.pdf

72 https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.1958

73 https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3585

74 https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2014.3585 (Appendix C; S.40)

75 https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/40675/9241571705-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

76 https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2579

77 https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-018-0405-y

78 https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0258.pdf

79 https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMV16-4849.pdf

80 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5620/dokumente/ableitung_eines_gesundheitlichen_leitwertes_fuer_trifluoressigs-aeure_fuer_uba-homepage-20250731.pdf

81 https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6223

82 https://www.rivm.nl/sites/default/files/2023-03/DMG-2023-0011%20Bijlage%20Advies%2014434A02_Drinkwaterrichtwaarde%20TFA_07122022.pdf

83 https://academic.oup.com/etc/article-abstract/40/3/859/7734481?redirectedFrom=fulltext

84 https://environnement.wallonie.be/files/Images/Actualités/20241017_TFA_Eaux_distribution/Monitoring%20TFA%20-%20Annexe%20rapport.pdf

85 https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1731657371/repositories-prd/PFAS_-_Gezondheidskundig_advies_voor_TFA_in_drinkwater_0_xlei0d.pdf

86 https://echa.europa.eu/documents/10162/f577173d-d9cd-cbfe-0214-118b21a141b8 und https://echa.europa.eu/documents/10162/31c8daa4-8c5a-a78a-6a55-b7c446d2478f

87 https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/nnpw0228/

88 https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/xnpw0228/

89 https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/trifluoressigsaeure-tfa-bewertung-fuer-einstufung

90 https://dserver.bundestag.de/btd/21/013/2101336.pdf

91 https://doi.org/10.1021/acs.est.4c06189

92 https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02910

93 https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.033

94 https://doi.org/10.1029/2020GL087535

95 https://doi.org/10.1021/acs.est.2c01826

96 https://doi.org/10.1021/acs.estlett.2c00164

97 https://doi.org/10.1021/acs.est.0c08242

98 https://doi.org/10.1021/acs.est.4c06189

99 https://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/reports/Report_Toxic%20Harvest%20The%20rise%20of%20forever%20PFAS%20pesticides%20in%20fruit%20and%20vegetables%20in%20Europe%2027022024%20%281%29.pdf

100 https://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/Letters/EFSA_TFA%20in%20bottle.pdf

101 https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07949

102 https://www.global2000.at/sites/global/files/240527_report_tfa-im-wasser_g2k_pan.pdf

103 https://www.global2000.at/sites/global/files/TFAinTrinkwasser_Report_Final_DE.pdf

104 https://www.global2000.at/sites/global/files/TFAinTrinkwasser_Report_Final_DE.pdf

105 https://www.pan-europe.info/sites/pan-europe.info/files/public/resources/briefings/03122024_TFA%20The%20'Forever%20Chemical'%20in%20European%20Mineral%20Waters.pdf

106 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0054

107 SPW Environnement (2024): Monitoring TFA – Rapport d'évaluation, été 2024. Société Wallonne de Distribution des Eaux (SWDE). Link

108 SPW Environnement (2025): TFA dans les eaux de distribution en Wallonie – Suivi automne-hiver 2024-2025. Link

109 VRT NWS (2024): Ultrakorte keten PFAS (TFA) in drinkwater – Onderzoek De Watergroep. 23.10.2024. Link

110 Vivaqua (2024): Qualité de l'eau – Suivi du TFA dans les réservoirs bruxellois. Oktober 2024. Link PDF

111 https://www.lawa.de/documents/psm-bericht-2023-12-22-barrierearm-final_2_1728974845.pdf

112 https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114487

113 https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05385

114 https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00544

115 https://doi.org/10.1021/es0013982

116 https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/uxcnaa2c/eurofins_tfa_tfms_juice_24_final.pdf, S.1-8

117 https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129304

118 https://www.eurl-pesticides.eu/userfiles/file/eurlsrm/eurlsrm_residue-observation_tfa-dfa.pdf

119 https://www.bfr.bund.de/mitteilung/trifluoressigsaeure-tfa-in-wein/

120 https://www.global2000.at/sites/global/files/GLOBAL%202000_Getreide-Test_2025.pdf

121 https://www.global2000.at/sites/global/files/GLOBAL%202000_Getreide-Test_2025.pdf (S.12 ff)

122 https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2014.3585, S.10

123 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/362/dokumente/2020_10_20_uba_einordnung_tfa_leitwert.pdf

124 https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1731657371/repositories-prd/PFAS_-_Gezondheidskundig_advies_voor_TFA_in_drinkwater_0_xlei0d.pdf

125 https://www.rivm.nl/sites/default/files/2023-03/DMG-2023-0011%20Bijlage%20Advies%2014434A02_Drinkwaterrichtwaarde%20TFA_07122022.pdf, siehe auch https://www.efsa.europa.eu/de/news/pfas-food-efsa-assesses-risks-and-sets-tolerable-intake

126 https://environnement.wallonie.be/files/Images/Gestion%20environnementale/EnvironnementSante/document%20pdf/PFAS/PFAS_CSI_Rapport_Final_Summary_VF.pdf

127 https://www.global2000.at/sites/global/files/GLOBAL%202000_Getreide-Test_2025.pdf, S.3

128 https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105295

129 https://doi.org/10.1139/a06-005

130 https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.2c06715

131 https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/psm_ZugelPSM_node.html;jsessionid=3A8BDCF5743C5575678D55DA81B07215.internet941

132 https://www.gesunde-erde.net/media/pestizidreduktionstrategie-empfehlungen-bund.pdf

133 https://www.martin-haeusling.eu/images/Martin_H%C3%A4usling_MdEP_PFAS-Pestizide_Tabelle.pdf

134 https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.000.846

MARTIN
HÄUSLING
Mitglied des Europäischen Parlaments

DIE GRÜNEN/EFA
im Europäischen Parlament