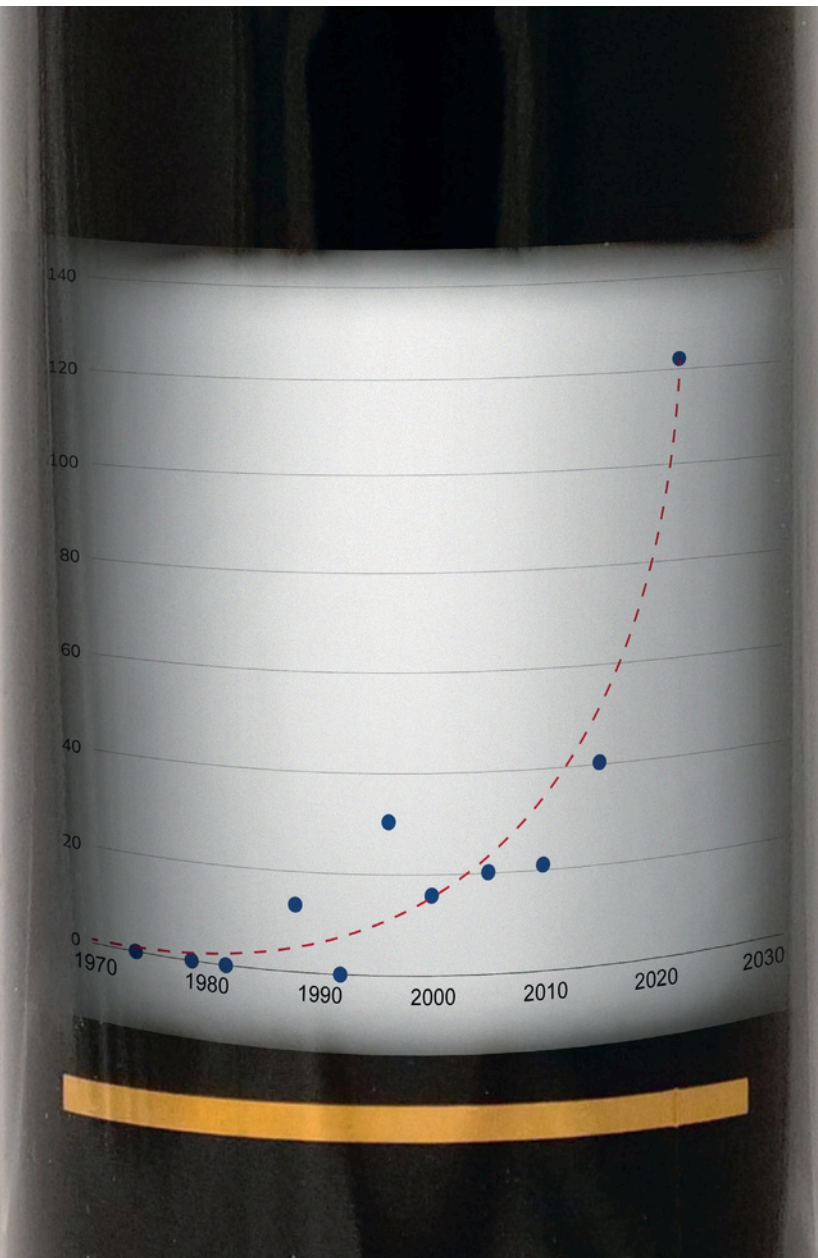




FLASCHENPOST

Der steile Anstieg der TFA-Kontamination in europäischem Wein



KURZFASSUNG

Die vorliegende Studie untersucht die Belastung von Wein mit der Ewigkeitschemikalie TFA (Trifluoracetat) anhand von zehn alten Weinen (**Jahrgänge 1974–2015**) und 39 rezenten Weinen (**Jahrgänge 2021–2025**) aus zehn weinproduzierenden EU-Ländern. Alle jüngeren Weine wurden zudem auf Pestizidrückstände untersucht. Die Studie wurde von GLOBAL 2000 in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Pestizid-Aktionsnetzwerk *PAN Europe* durchgeführt. **Die Ergebnisse offenbaren ein ernstes und rasant wachsendes Umweltproblem, das über Jahrzehnte unbeachtet blieb.**

Lange galt TFA als zwar extrem persistentes, aber toxikologisch unbedenkliches Abbauprodukt bestimmter fluorierter Chemikalien – insbesondere von F-Gasen aus der Kältetechnik und PFAS-Pestiziden aus der Landwirtschaft. Inzwischen steht TFA jedoch im Verdacht, die Fortpflanzung zu schädigen. Einmal in die Umwelt gelangt, wird die Ewigkeits-Chemikalie nicht mehr abgebaut. Sie reichert sich in Wasser, Böden und Pflanzen an – und laut neueren Studien auch im menschlichen Blut.

Frühere Untersuchungen der Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000 gemeinsam mit PAN Europe belegen eine weit verbreitete TFA-Kontamination in Flüssen, Seen, Grund- und Leitungswasser sowie im Regen. In der vorliegenden Studie wurde erstmals systematisch untersucht, in welchem Ausmaß TFA auch in landwirtschaftlichen Erzeugnissen – konkret in Wein – nachgewiesen werden kann.

Die wichtigsten Ergebnisse:

- **Steiler Anstieg der Belastung:** Seit 2010 zeigen sich stark ansteigende TFA-Konzentrationen im Wein. In Jahrgängen vor 1988 wurde hingegen kein TFA nachgewiesen. Weine der Jahrgänge 2021–2024 enthielten im Durchschnitt 122 µg/l – mit Spitzenwerten über 300 µg/l.
- **Verbreitung in ganz Europa:** Weine aus 10 EU-Ländern wurden analysiert. Alle Weine hatten hohe TFA-Gehalte, die um zwei bis drei Größenordnungen über den - bereits hohen - Hintergrundwerten im Regen-, Oberflächen- und Grundwasser lagen.
- **Gemeinsames Auftreten mit Pestizidrückständen:** Höhere TFA-Gehalte gingen mit einer größeren Anzahl und Konzentration synthetischer Pestizidrückstände einher.

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit früheren Untersuchungen des deutschen Umweltbundesamts, die PFAS Pestizide als wichtigste Quelle für die Verunreinigung von Grundwasser mit TFA identifiziert haben. Sie stimmen auch mit bisher unveröffentlichten Analysedaten überein, die am Institut für Pharmazeutische und Medizinische Chemie der Universität Freiburg erhoben wurden. Nicht zuletzt fügen sie sich in die Ergebnisse der bislang einzigen offiziellen EU-Studie zur Belastung von Lebensmitteln – darunter auch Wein – mit TFA ein. Insgesamt ergibt sich ein eindeutiges Bild: **Die Belastung pflanzlicher Lebensmittel mit TFA ist real – sie ist bereits erheblich – und sie nimmt dramatisch zu.**

Da TFA nicht abgebaut werden kann und auch keine praxistauglichen Verfahren zu seiner Entfernung existieren, fordern die Autor:innen ein sofortiges Verbot von PFAS Pestiziden und F-Gasen; Ein umfassendes Monitoringprogramm für TFA in Lebensmitteln, und ein vorsorgeorientiertes Regulierungskonzept, das bestehende toxikologische Datenlücken und potenzielle Gesundheitsrisiken – auch für Kinder – berücksichtigt.

INHALTSÜBERSICHT:

1. Hintergrund	4
1.1 F-Gase und PFAS-Pestizide als Hauptquellen von TFA	4
1.2 Planetare Belastungsgrenzen bedroht	5
1.3 Gesundheitsrisiken weitgehend unerforscht	6
2. Forschungsfrage und analytischer Ansatz	8
2.1 Auswahl der Proben und Studiendurchführung	8
2.2 Analysemethode	9
3. Ergebnisse	9
3.1 TFA-Belastung in alten und jungen Weinen	9
3.2 Rückstände von Pestiziden in neueren Weinen	12
4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung	13

1. HINTERGRUND

Trifluoressigsäure (TFA) ist eine sogenannte „ewige Chemikalie“ und gehört zur Gruppe der **PFAS** (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen). Sie gelangt hauptsächlich durch den Abbau anderer PFAS-Verbindungen in die Umwelt. Einmal freigesetzt, bleibt sie dauerhaft bestehen, da sie nicht durch natürliche Prozesse abgebaut werden kann.

In den letzten Jahrzehnten wurde TFA zum am weitesten verbreiteten – jedoch weitgehend unbeachteten – Schadstoff in Europas Wasserressourcen. Das haben Untersuchungen gezeigt, die GLOBAL 2000 gemeinsam mit dem europäischen Pesticide Action Network (PAN Europe) im Vorjahr durchführte. TFA war in 100 % der Oberflächenwasser-, 95 % der Leitungswasser- und rund 50 % der Mineralwasser-Proben nachweisbar.¹

1.1 F-Gase und PFAS-Pestizide als Hauptquellen von TFA

Bei globaler Betrachtung sind fluorierte Kühlmittel, sogenannte **F-Gase**, die Hauptquelle für die TFA-Kontamination des Wasserkreislaufs. Die Verwendung dieser Stoffe nahm nach Unterzeichnung des **Montreal Protokoll** im Jahr 1987, mit dem ozonabbauende Stoffe wie FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) aus dem Verkehr gezogen wurden, schlagartig zu. Denn die ozonschädlichen FCKW wurden durch **teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW)** ersetzt, die die Ozonschicht nicht zerstören, aber ein extrem hohes Treibhauspotenzial haben - **und sich in der Atmosphäre teilweise in TFA verwandeln**.

Seit etwa 2010 wurden aufgrund zunehmenden regulatorischen Drucks **hydrofluorierte Olefine (HFO)** eingeführt. HFOs haben eine viel geringere Klimawirkung, zerfallen aber **schnell und fast vollständig in TFA**. Die Geschichte der Kühlmittel ist somit ein Beispiel für eine „bedauerliche Substitution“: ein Umweltproblem wird durch ein anderes ersetzt, obwohl tragfähige Alternativen existieren.

Die zweite große Quelle der weltweiten TFA-Kontamination sind **PFAS-Pestizide**. Diese Wirkstoffe enthalten eine oder mehrere vollständig fluorierte Methylgruppen (-CF₃), die an einen aromatischen Ring gebunden sind, und bauen sich letztlich zu TFA ab. Seit den 1990er-Jahren wurden PFAS-Pestizide in der europäischen Landwirtschaft zunehmend eingesetzt.² Aktuell sind 31 PFAS-Pestizide in der EU zugelassen, was etwa 15 % aller synthetischen Wirkstoffe entspricht.

Obwohl F-Gase in deutlich größeren Mengen in die Umwelt freigesetzt werden als PFAS-Pestizide, sind Letztere die **vorherrschende Quelle von TFA im Grund- und Trinkwasser** ländlicher Regionen, wie eine Studie des deutschen Umweltbundesamtes (UBA) zeigt.³

Ursache hierfür ist, dass Emissionen von F-Gasen diffus erfolgen, sich global verteilen und größtenteils in die Ozeane verfrachtet werden. PFAS-Pestizide hingegen werden lokal auf landwirtschaftlichen Flächen eingesetzt. Auf einem Gebiet, das lediglich 3 % der Erdoberfläche einnimmt, setzen sie somit nahezu 100 % ihrer TFA-Emissionen frei. Diese sind dann in Pflanzen ebenso wie im Boden und im

1 GLOBAL 2000: TFA in Wasser: Schmutziges PFAS-Erbe unter dem Radar, Mai 2024, [URL](#). TFA: Die ewige Chemikalie im Wasser, das wir trinken, Juli 2024, [URL](#). TFA, eine Ewigkeits-Chemikalie im Mineralwasser-Stichprobentest, Dezember 2024, [URL](#).

2 Zwar sind Daten über den Einsatz von Pestiziden nicht transparent verfügbar, doch deuten Statistiken über Pestizidverkäufe auf einen zunehmenden Trend beim Einsatz von PFAS-Pestiziden in [Frankreich](#), [Belgien](#), [Österreich](#), [Schweden](#) und Deutschland (nicht publiziert) hin. Auch hat sich die Nachweishäufigkeit von PFAS-Pestizidrückständen in Obst und Gemüse zwischen 2011 und 2021 [fast verdreifacht](#).

3 UBA: Trifluoressigsäure (TFA): Grundlagen für eine effektive Minimierung schaffen - Räumliche Analyse der Eintragspfade in den Wasserkreislauf, Dezember 2023, [URL](#).

Grundwasser nachweisbar - mit unmittelbaren Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung.⁴

Laut deutschem UBA sind PFAS-Pestizide für 76 % des TFA-Eintrags in das Grundwasser verantwortlich, gefolgt von Niederschlägen (hauptsächlich aus F-Gasen) mit 17 % sowie Kläranlagen und Gülle mit jeweils 3 %. Zudem können hoch belastete Hotspots auch durch direkte industrielle Emissionen entstehen.

1.2 Planetare Belastungsgrenzen bedroht

Die Ergebnisse der europaweiten NGO-Untersuchung von Oberflächen- und Trinkwasser im Jahr 2024 waren nicht nur aufgrund der Allgegenwart von TFA in beinahe allen untersuchten Wasserproben alarmierend, sondern auch wegen der festgestellten Konzentrationen. Diese lagen um zwei bis drei Größenordnungen über den typischen Konzentrationen anderer PFAS oder Pestizide in denselben Gewässern. Im Mai 2024 [beschrieben](#) wir dies als „die größte flächendeckende Kontamination von Oberflächen- und Grundwasser durch eine menschengemachte Chemikalie“.

Im Oktober 2024 [veröffentlichte](#) eine Gruppe führender Umweltwissenschaftler eine Analyse mit Daten, die diese Einschätzung stützen und auf andere Umweltbereiche ausweiten. TFA wurde in hohen Konzentrationen nicht nur in Regenwasser, Ozeanen, Seen, Flüssen und Grundwasser, sondern auch in Böden, Baumblättern, pflanzlichen Lebensmitteln und sogar im menschlichen Blut nachgewiesen. Aufgrund dieser weit verbreiteten Präsenz und der stark zunehmenden Umweltbelastung wird TFA von den Wissenschaftler:innen als Bedrohung für die planetaren Belastbarkeitsgrenzen betrachtet.⁵

Das Konzept der planetaren Belastbarkeitssgrenzen (Planetary Boundaries), welches 2009 von Johan Rockström und Kolleg:innen entwickelt wurde, definiert die ökologischen Grenzen, innerhalb derer sich die Menschheit sicher bewegen kann.⁶ Eine Substanz wird dann als Bedrohung für diese Grenzen angesehen, wenn:

- sie sich in einem Ausmaß anreichert, das zentrale Prozesse des Erdsystems stört;
- ihre Auswirkungen global sind oder global werden könnten;
- ihre Folgen nur schwer oder gar nicht rückgängig gemacht werden können.

Die anhaltenden Emissionen und die globale Akkumulation von TFA erfüllen alle drei genannten Kriterien, wie Hans Peter Arp und Kolleg:innen in ihrer wissenschaftlichen Publikation nachweisen. Solange TFA weiterhin aus industriellen, landwirtschaftlichen und kommunalen Quellen freigesetzt wird, werden die Umweltkonzentrationen weiter ansteigen. Da TFA in der Natur nicht abgebaut werden kann, wird es auf unabsehbare Zeit im globalen Wasserkreislauf und in der Biosphäre verbleiben. Die langfristigen ökologischen Folgen sind zwar noch ungewiss, doch eines steht bereits fest: Sollten sich die derzeitigen Konzentrationen als schädlich für die menschliche Gesundheit erweisen, werden die Trinkwasserversorgungen vor enorme Herausforderungen gestellt.

Dies liegt daran, dass TFA mit herkömmlichen Wasseraufbereitungstechnologien nicht entfernt werden kann. Eine wirksame Entfernung würde daher den flächendeckenden Einsatz von Umkehrosmose-Anlagen in der gesamten EU erforderlich machen. Dies wäre mit erheblichen ökologischen und finanziellen Kosten verbunden, die potenziell mehrere hundert Milliarden Euro pro

⁴ In Europa stammt das Trinkwasser – je nach Land und Region – überwiegend aus Grund- und Quellwasser oder aus Oberflächengewässern wie Seen und Flüssen.

⁵ Arp, HP.et.al, *The Global Threat from the Irreversible Accumulation of Trifluoroacetic Acid*, 2024/11/12, doi: 10.1021/acs.est.4c06189, [Environ. Sci. Technol. 2024, 58, 45, 19925-19935](#)

⁶ Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., et.al. 2009. Ein sicherer Operationsraum für die Menschheit. [Nature 461: 472-475](#)
[DOI 10.1038/461472a](#).

Jahr betragen könnten. Zudem würde das Verfahren erhebliche zusätzliche Wassermengen erfordern, die in vielen Regionen gar nicht verfügbar sind. Vorbeugende Maßnahmen zur Reduktion der TFA-Emissionen erscheinen deshalb als deutlich kostengünstigere und nachhaltigere Lösung.

1.3 Gesundheitsrisiken weitgehend unerforscht

Das beispiellose Ausmaß der TFA-Belastung in der gesamten Biosphäre steht in krassem Gegensatz zum alarmierend geringen Wissen über die Toxizität der Ewigkeits-Chemikalie. Seit der Einführung von F-Gasen und anderen TFA-freisetzenden PFAS hat die PFAS-Industrie gemeinsam mit ihr nahestehenden Wissenschaftler:innen erhebliche Ressourcen darauf verwendet, den Mythos von der Unbedenklichkeit von TFA für Gesundheit und Umwelt zu verbreiten.⁷ Dieses Narrativ wurde über Jahrzehnte gepflegt – und kummulierte zuletzt in der Behauptung, TFA solle aufgrund seiner geringen Molekülgröße und seines vermeintlich nicht verschiedenen toxikologischen Profils gar nicht als PFAS betrachtet und reguliert werden.⁸ Viele Regulierungsbehörden übernahmen diese Argumentation unkritisch und viel zu lange. Rückblickend stellt dies ein schwerwiegendes und schwer nachvollziehbares Versäumnis dar. Denn die Industrie konnte die Unbedenklichkeit von TFA über Jahrzehnte hinweg behaupten, ohne dass die zuständigen Behörden belastbare Nachweise in Form toxikologischer Studien eingefordert hätten.

Noch heute mangelt es, wie auch europäische Gesundheitsbehörden bestätigen, an Wissen zu ganz elementaren gesundheitlichen Fragestellungen – etwa zu Immuntoxizität sowie reproduktions- und entwicklungstoxischen Effekten.⁹ Ebenso fehlen belastbare Studien zu endokrinen oder neurotoxischen Wirkungen sowie die standardmäßig für die Zulassung von Pestiziden erforderlichen Langzeittoxizitäts- und Karzinogenitätsstudien. Dies ist besonders bedenklich, da strukturell verwandte PFAS nachweislich derartige Effekte hervorrufen.

Der Mythos von der Harmlosigkeit von TFA wurde jedoch kürzlich durch eine REACH-konforme Tierstudie zur Reproduktionstoxizität widerlegt. Die Studie ergab, dass TFA bei Kaninchenföten [schwere Fehlbildungen](#) verursachte, die sowohl das Skelett als auch die Augen betrafen. Dies ist besonders besorgniserregend, da Augenfehlbildungen bereits in den 1980er Jahren bei [Ratten](#) und sogar beim [Menschen](#) im Zusammenhang mit der industriellen Herstellung langkettiger PFAS beobachtet wurden – allerdings hielten die Hersteller diese Befunde zurück.¹⁰

Aufgrund der neuen Daten schlagen Chemikalienbehörden der EU nun eine harmonisierte Einstufung von TFA als „vermutlich reproduktionstoxisch für den Menschen“ (Kategorie 1B) vor.¹¹ Die TFA-Hersteller selbst haben TFA im Rahmen der EU-Chemikaliengesetzgebung bereits einer Selbsteinstufung unterzogen und es als „Verdacht auf reproduktionstoxische Wirkung beim Menschen“ (Kategorie 2) eingestuft. Gefahrenhinweis: „*Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.*“¹²

In Anbetracht dieser beunruhigenden Erkenntnisse und der immensen Datenlücken ist die Ableitung gesundheitsbezogener Richtwerte eine wesentliche, aber schwierige Aufgabe. In der Vergangenheit

7 Beispiele für diese Strategie der fluorchemischen Industrie hat der belgische Umweltforscher Thomas Goorden in seiner Veröffentlichung [The Dark PFAS Hypothesis - Strategies of Deception](#) zusammengestellt.

8 Colnot und W. Dekant, "Kommentar: Kumulative Risikobewertung von Perfluoralkylcarbonsäuren und Perfluoralkylsulfonsäuren: Was ist die wissenschaftliche Grundlage für die Ableitung tolerierbarer Expositionen durch die Zusammenfassung von 27 PFAS in einer gemeinsamen Bewertungsgruppe?" [Archives of Toxicology, Bd. 96, Nr. 11, S. 3127-3139, Nov. 2022](#)

9 ZORG, "Eingehende Analyse des Auswahlverfahrens für den gesundheitsbezogenen Richtwert für Trifluoressigsäure (TFA) im Trinkwasser" (2024); in niederländischer Sprache

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

11 ECHA: [Register der CLH-Absichten bis zum Ergebnis - ECHA](#)

12 ECHA: [Summary of Classification and Labelling](#)

fürte der Mangel an toxikologischen Daten – und teils auch das Ignorieren vorhandener Daten – dazu, dass mitunter Richtwerte festgelegt wurden, die Expositionen als akzeptable oder duldbar einstufen, die um Größenordnungen höher lagen als das aus heutiger Sicht zulässig ist.

Dies traf auch auf andere, mit TFA strukturell eng verwandte PFAS zu, bei denen die gegenwärtigen toxikologischen Richtwerte mehr als 2.000-fach niedriger liegen als noch vor sieben Jahren.¹³ Internationale Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) empfehlen in solchen Fällen – also bei erheblichen Datenlücken oder dem Verdacht auf schwerwiegende oder irreversible Effekte wie Fehlbildungen von Föten – ausdrücklich die Anwendung zusätzlicher Unsicherheitsfaktoren.

Wie wir in unserem Bericht [TFA – Die ewige Chemikalie im Wasser, das wir trinken](#) kritisierten, wurden diese Grundprinzipien bei der Herleitung der “Akzeptablen Täglichen Aufnahmen” von TFA von **50 µg/kg KGW/Tag** (Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht und Tag) durch die EFSA im Jahr 2014 nicht angemessen berücksichtigt.¹⁴ Selbes gilt auch für den vom deutschen UBA im Jahr 2020 abgeleiteten Wert von **18 µg/kg KGW/Tag**, der ebenfalls die Datenlücken außer Acht lässt.¹⁵

Im Gegensatz dazu sind jüngere Bewertungsansätze, wie sie 2023 von der niederländischen Behörde RIVM (**0,32 µg/kg KGW/Tag**)¹⁶ bzw. 2024 von der flämischen Gesundheitsbehörde Departement ZORG (**2,6 µg/kg KGW/Tag**)¹⁷ gewählt wurden, deutlich stärker am Vorsorgeprinzip orientiert. Sie tragen den bestehenden wissenschaftlichen Unsicherheiten explizit Rechnung. Ein Vergleich der jeweiligen von den vier Fachinstitutionen abgeleiteten bzw. herangezogenen Werte ist in Abbildung 1 dargestellt.

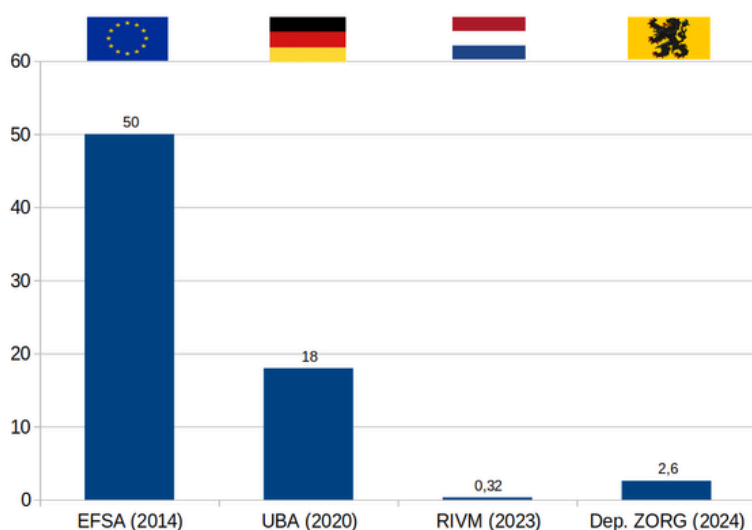


Abbildung 1: Unterschiedliche gesundheitliche Richtwerte für TFA in der EU

Die zentrale Frage, wie viel TFA ein Mensch täglich aufnehmen kann, ohne sich einem Gesundheitsrisiko auszusetzen, wurde von unterschiedlichen Gesundheitsbehörden bislang sehr unterschiedlich beantwortet.

Die EFSA führt derzeit auf Ersuchen der Europäischen Kommission eine Evaluierung der toxikologischen Referenzwerte von TFA durch. Es bleibt zu hoffen, dass dabei die in der Vergangenheit teilweise erfolgte Gleichsetzung von unzureichender Datenlage mit geringer Toxizität vermieden wird.

13 EFSA, [Perfluorooctansulfonat \(PFOS\), Perfluorooctansäure \(PFOA\) und ihre Salze, Wissenschaftliches Gutachten des Gremiums für Kontaminanten in der Lebensmittelkette](#) (2008); [Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food](#) (2018).

14 EFSA, [Reasoned opinion on the setting of MRLs for saflufenacil in various crops, considering the risk related to the metabolite trifluoroacetic acid \(TFA\)](#), Seite 10

15 UBA, [Trifluoressigsäure \(TFA\) – Gewässerschutz im Spannungsfeld von toxikologischem Leitwert, Trinkwasserhygiene und Eintragsminimierung](#) (2020).

16 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](#) 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.

17 ZORG, ["Eingehende Analyse des Auswahlverfahrens für den gesundheitsbezogenen Richtwert für Trifluoressigsäure \(TFA\) im Trinkwasser"](#) (2024); in holländischer Sprache

2. FORSCHUNGSFRAGE UND ANALYTISCHER ANSATZ

Nach dem Nachweis allgegenwärtiger und unerwartet hoher TFA-Konzentrationen in sämtlichen Wasserressourcen – und in Anbetracht der grundlegenden Tatsache, dass alles Leben von Wasser abhängt – war der nächste logische Schritt zu untersuchen, ob und in welchem Ausmaß sich diese Ewigkeits-Chemikalie in pflanzlichen Lebensmitteln anreichert. Als Untersuchungsgegenstand wurde Wein aus einem bestimmten Grund gewählt: Für kein anderes landwirtschaftliches Produkt sind Ernten vergangener Jahrzehnte so gut verfügbar und so gut konserviert. Alter Wein ist daher ein besonders wertvoller Indikator für historische Umweltbelastungen und deren zeitliche Entwicklung.

2.1 Auswahl der Proben und Studiendurchführung

Um besser zu verstehen, wie sich die TFA-Belastung im Laufe der Zeit entwickelt hat, wurden sowohl Weine untersucht, die in einer Zeit geerntet wurden, als F-Gase und PFAS-Pestizide noch wenig verbreitet waren, als auch Weine, die möglicherweise von stetig zunehmenden Emissionen Zeugnis ablegen könnten.

Ersteres sind drei Weine, die noch vor 1987 produziert wurden – dem Jahr, in dem das Montrealer Protokoll unterzeichnet wurde. Das andere sind sieben Weine der Jahrgänge ab 1988. Auf diese Weise konnte überprüft werden, ob TFA-Gehalte im Wein im zeitlichen Verlauf zunahmen – möglicherweise infolge des zunehmenden Einsatzes von PFAS-Pestiziden und regulatorischer Veränderungen im Zuge des Montreal Protokolls.

Die „Altweine“, die sämtlich aus Österreich stammten, wurden teils über Kellerfunde im persönlichen Umfeld der Studienautor:innen und teils durch gezielte Online-Recherchen beschafft und erworben. Verwendet wurden ausschließlich Flaschen mit intakten Korken und Etiketten, sodass Jahrgang und Herkunft eindeutig nachvollziehbar waren. Insgesamt wurden 10 Altweine aus Jahrgängen mit drei- bis sechsjährigem Abstand ausgewählt, die den Zeitraum von 1974 – dem Erntejahr des ältesten untersuchten Weins – bis 2015 abdecken.

Zur Bewertung der aktuellen TFA-Belastung wurden zunächst 16 Weine – davon 12 konventionell und 4 biologisch erzeugt – aus den Jahrgängen 2021 bis 2024 aus dem österreichischen Lebensmitteleinzelhandel bezogen. In den vier größten Supermarktketten Österreichs wurden je drei gängige konventionelle Weine sowie ein Bio-Wein ausgewählt. Ergänzend wurden zwei nicht-kommerzielle Weine aus pilzwiderstandsfähigen Rebsorten (PIWI) der Jahrgänge 2021 und 2022 vom Studienautor zur Verfügung gestellt.

Nachdem die Analyse der österreichischen Proben unerwartet hohe TFA-Konzentrationen ergeben hatte, wurden weitere Organisationen aus dem PAN-Europe-Netzwerk eingeladen, Weinproben aus ihren jeweiligen Ländern beizusteuern. Ziel war es, herauszufinden, ob die in österreichischen Weinen beobachteten erhöhten Werte auch in anderen Teilen Europas festgestellt werden können.

Positive Rückmeldungen kamen von zehn PAN Europe-Mitgliedsorganisationen aus zehn EU-Ländern: Belgien (Nature & Progrès und Bond Beter Leefmilieu), Kroatien (Earth Trek), Frankreich (Générations Futures), Deutschland (PAN Germany), Griechenland (Ecocity), Ungarn (MTVSZ/Friends of the Earth Hungary), Italien (Koen Herrtoge, Privatinitiative), Luxemburg (Mouvement Écologique), Spanien (Ecologistas en Acción) und Schweden (Naturskyddsforeningen). Dies führte dazu, dass 21 zusätzliche Weinproben aus 10 europäischen Weinbauländern zur Untersuchung gelangten.

Alle ausgewählten Weine waren lokalen Ursprungs, mit Ausnahme eines Weins aus Schweden, wo die heimische Weinproduktion im Vergleich zu importierten Weinen minimal ist. Der betreffende Wein stammte aus Frankreich, ist aber einer der meistverkauften Weine in Schweden.

Alle Weine wurden in ihrer Originalverpackung an das Analyselabor [Institut Dr. Wagner](#) übermittelt. Jede Probe wurde auf TFA-Kontaminationen untersucht, und alle jungen Weine (Jahrgänge 2021 bis 2024) wurden auch auf Pestizidrückstände analysiert.

Eine Übersicht und Beschreibung aller 49 Weine - einschließlich aller Analyseergebnisse (ohne Nennung der Markennamen) - ist [über diesen Link](#) verfügbar und kann heruntergeladen werden.

2.2 Analysemethode

Alle Analysen wurden vom international akkreditierten Prüflabor [Institut Dr. Wagner](#) (akkreditiert nach EN ISO/IEC 17025) durchgeführt, einem österreichischen Labor, das auf die Analyse von pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln spezialisiert ist.

Alle 49 Weinproben wurden auf ihren **TFA-Gehalt** analysiert, während die 39 jüngeren Weine der Jahrgänge 2021 bis 2024 zusätzlich auf **Pestizidrückstände** untersucht wurden.

Die Analyse von TFA erfolgte nach der Schnellmethode für die Analyse hochpolarer Pestizide in Lebensmitteln durch Extraktion mit angesäuertem Methanol und LC-MS/MS-Messung - Teil I: Lebensmittel pflanzlichen Ursprungs (QuPPE-PO-Methode), Version 12.3, die vom EU-Referenzlabor für Pestizide, die Einzelrückstandsmethoden erfordern (EURL-SRM), CVUA Stuttgart, entwickelt wurde. Zur Quantifizierung wurde eine isotopenmarkierte Verbindung (^{13}C -TFA) als interner Standard verwendet.

Für die **Pestizidrückstandsanalyse** wurden die Proben der Multimethode zur Bestimmung von Pestizidrückständen durch GC- und LC-basierte Analyse nach Acetonitril-Extraktion/Partitionierung und dispersiver SPE-Aufreinigung - Modulares QuEChERS-Verfahren (akkreditiert nach ÖNORM EN 15662:2018) unterzogen.

3. ERGEBNISSE

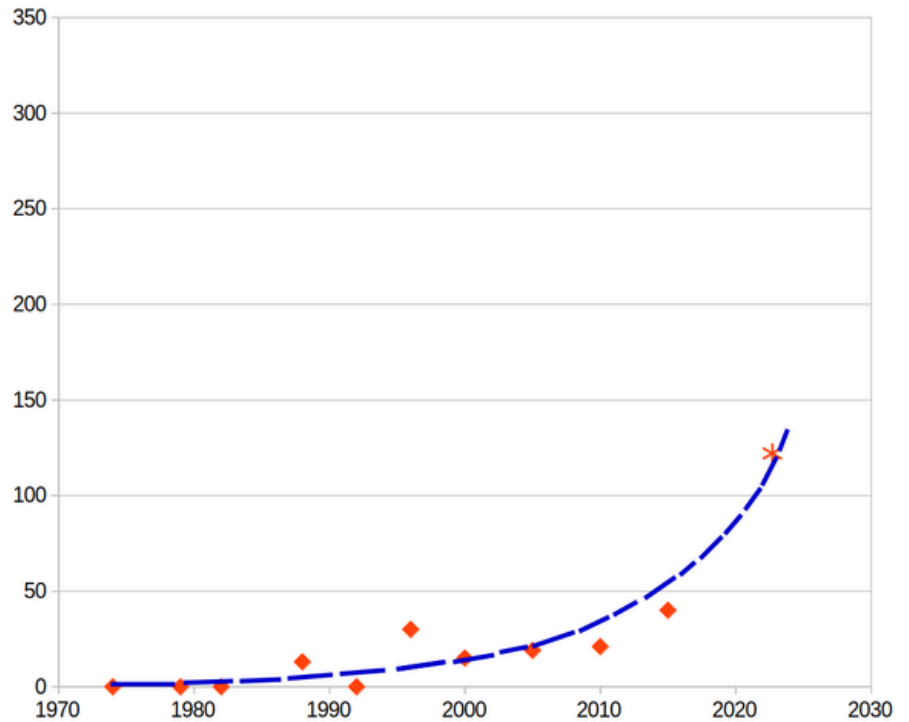
3.1 TFA-Belastung in alten und jungen Weinen

In alten Weinen aus den Jahrgängen vor 1988 – konkret handelt es sich um die Jahrgänge 1974, 1979 und 1982 – konnten keine nachweisbaren TFA-Gehalte festgestellt werden.

Zwischen 1988 und 2010 ist ein moderater Anstieg der TFA-Konzentrationen von **13 µg/L** auf **21 µg/L** erkennbar. Von 2010 bis 2015 nahm die Belastung deutlich auf **40 µg/L** zu und stieg seither noch steiler an – bis auf einen Mittelwert von **122 µg/L**. Dieser letzte Wert stellt den arithmetischen Mittelwert von 39 Weinen der Jahrgänge 2021 bis 2024 dar.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 2a) zeigt den Anstieg der in Weinreben gemessenen TFA-Konzentrationen von 1974 bis heute:

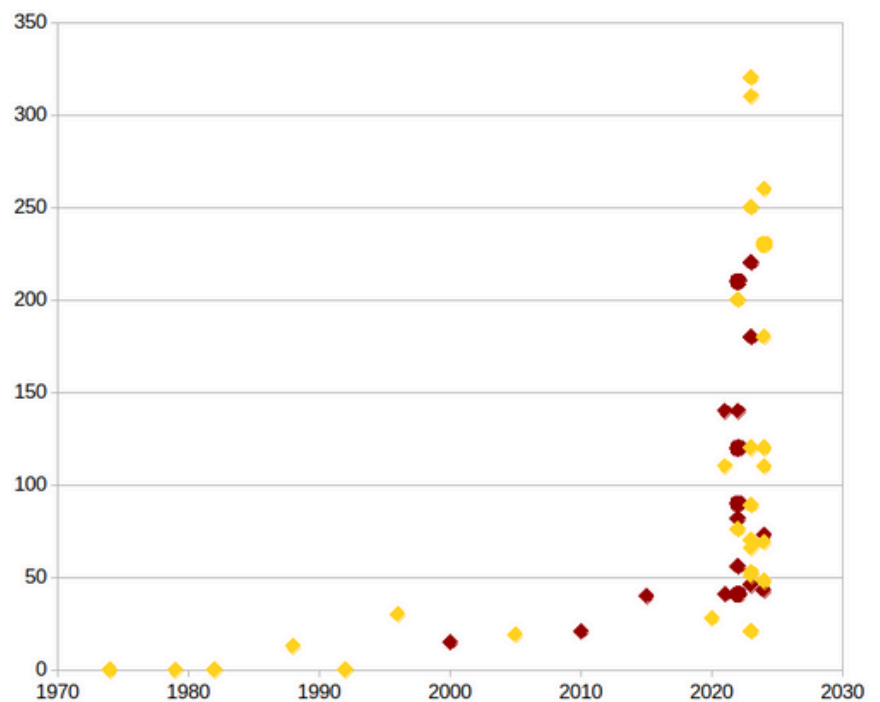
Abbildung 2a: Zeitlicher Anstieg der TFA-Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$] in Wein
 Die Messpunkte von 1974 bis 2015 entsprechen Einzelmessungen, während der Datenpunkt um das Jahr 2023 den arithmetischen Mittelwert von 39 europäischen Weinen der Jahrgänge 2021 bis 2023 darstellt.



Die nachstehende Abbildung zeigt die individuellen TFA-Gehalte aller 49 untersuchten Weine. Auffällig ist sowohl die große Spannbreite der Belastungen in den rezenten Weinen der Jahrgänge 2021 bis 2024 als auch der insgesamt steile Anstieg der Gesamtbelastung, wie er sich über alle Proben hinweg zeigt.

Abbildung 2b: TFA-Gehalte in 49 Weinproben aus Jahrgängen zwischen 1974 und 2024 [$\mu\text{g/l}$]
 Rauten stehen für konventionelle Weine, Kreise für biologische Weine. Rote Symbole kennzeichnen Rotwein, gelbe Symbole Weißwein. während der Datenpunkt um das Jahr 2023 den arithmetischen Mittelwert von 39 europäischen Weinen der Jahrgänge 2021 bis 2023 darstellt.

- Bio-Wein / Weiß
- Bio-Wein / Rot
- ◆ Konventioneller Wein / Weiß
- ◆ Konventioneller Wein / Rot

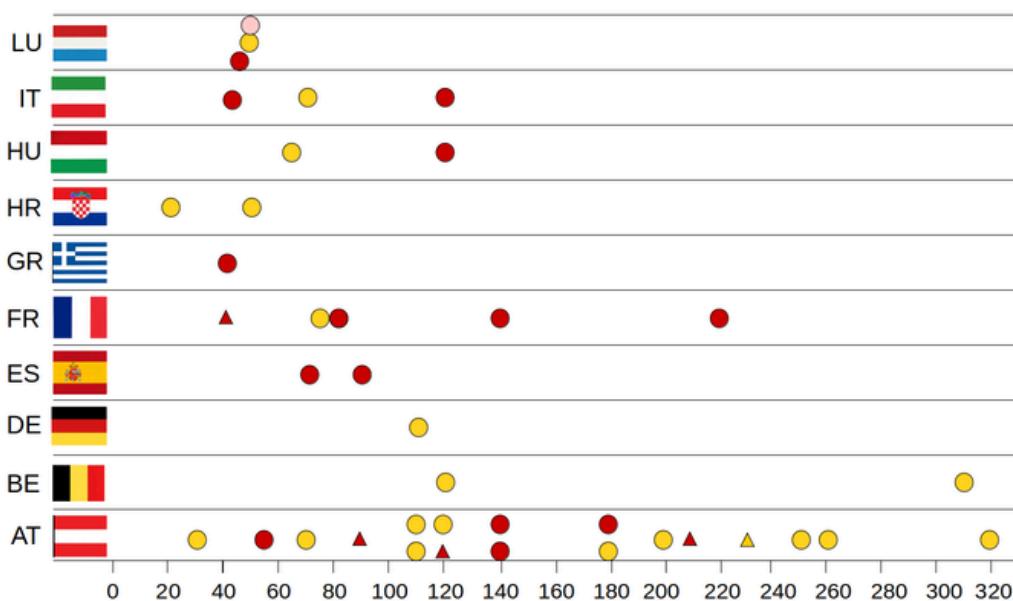


Eine Übersicht nach Herkunftsländern ist in der unten stehenden Abbildung dargestellt.

Der in Schweden gekaufte Wein war ein importierter französischer Wein; alle übrigen Proben stammen jeweils aus demselben Land, in dem sie auch gekauft wurden. Der höchste gemessene TFA-Wert lag bei **320 µg/l** in einem österreichischen Weißwein des Jahrgangs 2024 (Gemischter Satz).¹⁸ Der niedrigste Wert betrug **21 µg/l** und wurde in einem kroatischen Weißwein des Jahrgangs 2023 (Malvazija Istarska) gemessen. Die durchschnittliche TFA-Konzentration über alle 39 untersuchten rezenten Weine betrug **122 µg/l**, der Median lag bei **110 µg/l**.

TFA-Konzentrationen oberhalb des Durchschnittswerts von 122 µg/l wurden in zwei französischen Rotweinen festgestellt – einer davon zählt zu den meist konsumierten Weinen in Schweden – sowie in einem belgischen Weißwein und in 10 von 18 österreichischen Weinen. Der mittlere TFA-Gehalt österreichischer Weine betrug **156 µg/l** und lag damit deutlich über dem Durchschnitt von **92 µg/l** in den Weinen der anderen neun europäischen Länder.

Bemerkenswert ist, dass die drei luxemburgischen Weine – ein Rot-, ein Weiß- und ein Roséwein, alle vom selben Winzer, aus demselben Jahrgang und aus pilzwiderstandsfähigen Rebsorten hergestellt – sehr homogene TFA-Gehalte von 46 µg/l, 51 µg/l und 53 µg/l aufwiesen. Dies deutet auf eine geringe Schwankungsbreite unter vergleichbaren Anbaubedingungen hin.



TFA-Konzentrationen in 39 Weinen aus 10 europäischen Ländern [µg/l].

Konventionelle Weine sind als Kreise dargestellt, biologische als Dreiecke. Die Farbe Rot steht für Rotwein, Gelb für Weißwein und Rosa für Rosé.

Unter den 18 österreichischen Weinen wiesen die beiden pilzresistenten Sorten die niedrigsten TFA-Konzentrationen auf, während unsere Ergebnisse - im Gegensatz zu früheren Studien - keinen signifikanten Unterschied in den TFA-Werten zwischen konventionellen und biologischen Weinen aus Österreich zeigten. Bei den französischen Weinen war der Biowein allerdings deutlich weniger mit TFA belastet als die vier konventionellen Weine. In Anbetracht der begrenzten Anzahl von Bioweinen in unserem Datensatz lassen sich aus diese Daten jedoch keine eindeutigen Schlussfolgerungen hinsichtlich der Unterschiede in der TFA-Belastung zwischen konventioneller und biologischer Weinproduktion ziehen.

¹⁸ Der "Gemischte Satz" ist eine traditionelle österreichische Feldmischung aus verschiedenen weißen Rebsorten, die gemeinsam angebaut und vinifiziert werden.

3.2 Rückstände von Pestiziden in neueren Weinen

Rückstände von Pestizidwirkstoffen oder -metaboliten wurden in 32 von 34 konventionellen Weinen (94 %) nachgewiesen. Bis zu acht Wirkstoffe und Metaboliten wurden in einer Weinflasche gefunden. Im Durchschnitt enthielten die konventionellen Weine Rückstände von drei Pestiziden. Alle Messwerte lagen deutlich unter den Rückstandshöchstgehalten für Keltertrauben gemäß der EU-Verordnung (EG) Nr. 396/2005 – auch unter Berücksichtigung der geltenden [Verarbeitungsfaktoren](#) für Weintrauben.

Insgesamt wurden - neben TFA - 18 Pestizidwirkstoffe und ein relevanter Metabolit nachgewiesen: Am häufigsten das synthetische Fungizid Folpet (einschließlich seines Metaboliten Phthalimid), mit 21 Nachweisen, gefolgt von den Fungiziden Dimethomorph und Iprovalicarb (jeweils 12 Nachweise). Vier Weine enthielten Spuren des PFAS-Fungizids Fluopicolid, und einer von Fluopyram. Fünf der 39 untersuchten jüngeren Weinen waren aus biologischem Anbau - vier aus Österreich und einer aus Frankreich. Vier dieser Weine waren frei von nachweisbaren Pestizidrückständen. In einem Biowein aus Österreich wurden Spuren von Folpet unterhalb der Bestimmungsgrenze von 10 µg/l nachgewiesen.²¹

Ein Vergleich zwischen den weniger belasteten Weinen (TFA-Konzentrationen unter dem Medianwert von 110 µg/l) und den stärker kontaminierten Weinen (TFA-Konzentrationen ≥ 110 µg/l) deutet auf einen möglichen Zusammenhang zwischen erhöhten TFA-Werten und einer stärkeren Pestizidbelastung. Wie die nachstehende Tabelle zeigt, enthielten Weine mit höheren TFA-Konzentrationen im Durchschnitt eine größere Anzahl von Pestizidrückständen (**n=3,4** gegen-über **n=1,8**) und eine höhere Gesamtpestizidbelastung (**155 µg/l** gegenüber **58 µg/l**).

Tabelle 1: Weine mit höheren TFA-Beastungen wiesen auch höhere durchschnittliche Pestizidbelastungen auf

	Minder belastete Weine (21-90 µg/l TFA)	Stärker belastete Weine (110-320 µg/l TFA)
Durchschnittlicher TFA-Gehalt [µg/l]	58	176
Durchschnittlicher Pestizidgehalt * [µg/l]	58	155
Anzahl Pestizidnachweisen pro Wein	1,8	3,4
Anzahl PFAS-Pestiziden pro Wein	0,11	0,15

* Für Pestizidkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG=10 µg/l), aber oberhalb der Nachweisgrenze (üblicherweise mit einem Drittel der BG angesetzt), wurde mit einem Wert von 5 µg/l gerechnet.

Einen detaillierten Überblick über die zugrundeliegenden Analyseergebnisse können Sie [unter diesem Link](#) finden und auch herunterladen.

²¹ Aufgrund der niedrigen Konzentration im einstelligen µg/l-Bereich ist es schwierig zu beurteilen, ob der in dieser spezifischen Bio-Weinprobe nachgewiesene Pestizideintrag auf eine unzulässige Anwendung oder auf Abdrift zurückzuführen ist. Der Abfüller sowie die zuständige Biokontrollstelle wurden informiert.

4. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Diese Studie zeigt zwei zentrale Befunde, die jeweils für sich genommen alarmierend sind – und in ihrer Kombination den dringenden Handlungsbedarf unterstreichen, die Belastung von Mensch und Umwelt durch TFA schnellstmöglich zu begrenzen.

Der erste Befund betrifft **das Ausmaß der Kontamination**: Selbst in Produkten, die nicht mit PFAS-Pestiziden behandelt wurden, liegen die nachgewiesenen TFA-Konzentrationen etwa zwei Größenordnungen über den typischen Hintergrundwerten in Regenwasser. Dass sich TFA in Pflanzen in diesem Ausmaß anreichert, ist höchst besorgniserregend.

Der zweite Befund ist noch alarmierender: Unsere Daten deuten auf einen fast schon **explosionsartigen Anstieg** der Umweltbelastung mit TFA innerhalb der letzten zehn bis fünfzehn Jahre hin.

Ähnliche Befunde – sowohl hinsichtlich der Bandbreite und Höhe der TFA-Konzentrationen in Wein als auch des dramatischen Anstiegs der Belastung – wurden in einer bislang noch nicht publizierten Studie von Dr. Michael Müller, Professor für Pharmazeutische und Medizinische Chemie an der Universität Freiburg, festgestellt.²²

Auch die bislang einzige bekannte behördliche Studie, in der TFA-Gehalte in Lebensmitteln untersucht wurden, bestätigt dieses besorgniserregende Bild.²³ Sie wurde 2017 vom EU-Referenzlabor CVUA Stuttgart im Auftrag der Europäischen Kommission durchgeführt und analysierte eine breite Palette pflanzlicher Lebensmittel und Getränke – darunter auch Wein. Der Medianwert über 27 Weinproben lag damals bereits bei **50 µg/l**, wobei der höchste gemessene Wert **120 µg/l** betrug. Die aktuellen Daten aus unserer Untersuchung im Jahr 2025 – ebenso wie die Ergebnisse der Freiburger Studie – zeigen, dass sich diese Werte inzwischen mehr als verdoppelt haben: Die durchschnittlichen Konzentrationen liegen über **100 µg/l**, Spitzenwerte wurden mit über **300 µg/l** gemessen.

Diese hohen und kontinuierlich steigenden Konzentrationen werfen dringende Fragen nach den Quellen dieser Kontamination auf. In unserer Studie enthielten Weine aus der oberen Hälfte des TFA-Konzentrationsspektrums (mittlere TFA-Belastung bei 176 µg/l) im Schnitt mehr als doppelt so viele Pestizidrückstände wie jene aus der unteren Hälfte (mittlere TFA-Belastung bei 158 µg/l). Diese Beobachtung deutet auf einen Zusammenhang zwischen **dem Einsatz von Pestiziden** und der TFA-Belastung hin. Gleichzeitig zeigt der Nachweis von zum Teil hohen TFA-Konzentrationen in Bio-Weinen, die frei von Pestizidrückständen waren, dass die **ubiquitäre Kontamination der Umwelt** mit der Ewigkeits-Chemikalie - vom Regenwasser über landwirtschaftlich Böden bis zum Grundwasser - auch eine wesentliche Rolle bei der Anreicherung von TFA in Pflanzen und pflanzlichen Erzeugnissen spielen dürfte.

Bemerkenswert ist, dass die fünf in dieser Studie untersuchten Weine aus pilzwiderstandsfähigen Rebsorten (PIWI) zu jenen mit den niedrigsten TFA-Konzentrationen zählten. Um zu klären, ob ein kausaler Zusammenhang vorliegt oder nur ein Zufallsbefund, ist aber eine größere Stichprobe erforderlich.

TFA-Belastungen von landwirtschaftlichen Böden sowie der darunter liegenden Grundwasserleiter sind maßgeblich auf PFAS-Pestizide zurückzuführen. Das spiegelt sich auch in den Daten des deutschen Umweltbundesamtes (UBA) wider, die PFAS-Pestizide als Hauptquelle der TFA-Kontamination

²² Die Ergebnisse dieser Studie wurden am 19. März 2025 im Rahmen einer [Informationsveranstaltung im Europäischen Parlament](#) von Hans Peter Arp mit Zustimmung des Studienautors vorgestellt.

²³ EURL-SRM - Bericht über Rückstandsfunde. 2017, [URL](#)

im ländlichen Raum identifiziert haben.²⁴

Zum gleichen Schluss führt auch ein simpler Vergleich der jährlichen TFA-Mengen, die über Niederschläge eingetragen werden mit den durch den Pestizideinsatz auf derselben landwirtschaftlichen Fläche freigesetzten Mengen. Die verfügbaren Daten²⁵ zeigen eindeutig, dass die potenziellen TFA-Emissionen aus dem Einsatz von Pestiziden **vier- bis fünfmal höher** sind als jene aus der atmosphärischen Deposition über Regen. Der Hauptgrund dafür ist, dass nahezu 100 % der PFAS-Pestizide direkt auf Ackerland ausgebracht werden, während nur etwa 3 % der globalen Niederschläge auf Ackerflächen gelangen – der überwiegende Teil des Regenwassers - und damit auch des darin enthaltenen TFA - landet entweder direkt in den Ozeanen oder wird über Flüsse dorthin verfrachtet.

Die Erkenntnisse aus unserer Untersuchung untermauern die Warnungen führender Umweltwissenschaftler:innen vor einer Überschreitung planetarer Belastungsgrenzen durch die zunehmende Anreicherung von TFA in der Umwelt – insbesondere in Pflanzen, aber auch im menschlichen Körper.

TFA stellt – wie auch andere PFAS – eine ernsthafte Bedrohung für Umwelt und menschliche Gesundheit dar. Die in dieser Studie vorgestellten Befunde liefern bereits für sich genommen hinreichende Gründe, um sämtliche TFA-Emissionen so rasch wie möglich zu beenden.

Zudem legen die wenigen öffentlich zugänglichen Daten zu TFA in europäischen Lebensmitteln nahe, dass Trauben – und damit auch Wein – keineswegs die einzigen Agrarprodukte mit systematisch hohen TFA-Konzentrationen sind. Seit der unseres Wissens bislang einzigen behördlichen Untersuchung von Lebensmitteln auf TFA durch das Referenzlabor der EU (CVUA Stuttgart) sind acht Jahre vergangen – Jahre, in denen, wie unsere Ergebnisse zum Wein zeigen, die Belastung deutlich gestiegen ist.

Vor diesem Hintergrund fordern GLOBAL 2000 und PAN Europe umgehende Maßnahmen:

- Ein sofortiges Verbot von PFAS-Pestiziden und F-Gasen, da sie zentrale Quellen für irreversible Umweltbelastungen darstellen.
- Einen Ausbau des Lebensmittelmonitorings, um die TFA-Kontamination in einem breiteren Spektrum landwirtschaftlicher Erzeugnisse zu erfassen.
- Die konsequente Anwendung des Vorsorgeprinzips zur Regulierung von TFA angesichts der unvollständigen und zugleich besorgniserregenden toxikologischen Datenlage.

TFA ist – so wie andere PFAS – eine Ewigkeits-Chemikalie. Jedes Jahr des Nicht-Handelns vergrößert ihren bleibenden Fußabdruck in unserer Umwelt, in unserer Nahrung und in unserem Körper – und gefährdet damit unsere Gesundheit und die künftiger Generationen.

24 UBA, Trifluoracetat (TFA): Grundlagen für eine wirksame Minderung. Räumliche Analyse der Eintragspfade in den Wasserkreislauf, Dezember 2023, [URL](#).

25 Ein Verhältnis von 1:4 bzw. 1:5 lässt sich für [Deutschland](#) bzw. [Österreich](#) auf Grundlage von Pestizidabsatzdaten und Niederschlagsmengen ermitteln.

IMPRESSUM

Autor: Helmut Burtscher-Schaden (GLOBAL 2000)

Mitwirkende Autorinnen und Autoren*: Sara Langemann (GLOBAL 2000), Angeliki Lyssimachou (PAN Europe), Salomé Roynel (PAN Europe)

Layout und Grafiken: Nicole Imre (GLOBAL 2000), Robert Schwarzwald (GLOBAL 2000)

Wir danken folgenden Personen für ihre Beiträge*: Eri Bizani (Ecocity), Tjerk Dalhuisen (PAN Europe), Heleen De Smet (Bond Beter Leefmilieu), Elin Engdahl (Naturskyddsforeningen), Kistine Garcia (Ecologistas en Acción), Susan Haffmans (PAN Germany), Koldo Hernández (Ecologistas en Acción), Cecilia Hedfors (Naturskyddsforeningen), Koen Hertoge, Virginie Pissort (Nature & Progrès), Fidrich Róbert (MTVSZ / Friends of the Earth Hungary), Pauline Ronnet (PAN Europe), Gergely Simon (PAN Europe), Susanne Smolka (PAN Germany), Natalija Svrtan (PAN Europe), François Veillerette (Générations Futures), Claire Wolff (Mouvement Écologique)

*in alphabetischer Reihenfolge

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:

GLOBAL 2000 Verlagsges.m.b.H.

Neustiftgasse 36, 1070 Wien

Medieninhalt: Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000

Telefon: +43(0)1 812 57 30

E-Mail: office@global2000.at

Website: www.global2000.at

ZVR: 593514598

Erscheinungsdatum: 23. April 2025

Kontakt:

GLOBAL 2000 – Friends of the Earth Austria

Neustiftgasse 36, A-1070 Wien, Österreich

www.global2000.at

DI Dr. Helmut Burtscher-Schaden, Umweltchemiker

helmut.burtscher@global2000.at

Tel. +43 699 14 2000 34

Pesticide Action Network Europe (PAN Europe)

Rue de la Pacification 67, 1000 Brüssel, Belgien

www.pan-europe.info

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

Dr. Angeliki Lysimachou, Leiterin für Wissenschaft und Politik: angeliki@pan-europe.info

Tel. +32 2 318 62 55