



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF

Agroscope

Trifluoressigsäure und andere PFAS – welche Rolle spielen Pflanzenschutzmittel?



Marianne Balmer

KOB Webinar 20. August 2026

www.agroscope.ch | gutes Essen, gesunde Umwelt



Was sind PFAS und wo werden sie eingesetzt?

PFAS «per- und polyfluorierten Alkylverbindungen»

- mehrere 1000 Chemikalien mit unterschiedlichen Eigenschaften
- alle haben mehrere Kohlenstoff-Fluor-Bindungen (extrem starke chemische Bindung)
- viele sind fett-, schmutz- und wasserabweisend, chemisch stabil und hitzebeständig

→ viele nützliche Eigenschaften - vielfältig und breit eingesetzt



- industrielle Prozesse (z.B. Galvanik)
- Kunststoffe (z.B. Teflon)
- Feuerlöschschäume
- in Alltagsprodukten (Beschichtungen, wetterfeste Textilien, Lebensmittelverpackungen)



Was sind PFAS und wo findet man sie?

Hohe Langlebigkeit und Stabilität haben aber Nachteile - viele PFAS:

- werden in der Umwelt kaum oder nur unvollständig abgebaut
- können in der Umwelt über weite Strecken transportiert werden
- reichern sich in der Umwelt, Tieren oder dem menschlichen Körper an



in Böden und Trinkwasser



Regulierung
und Toxizität:



Vortrag von
Marc Stauber
BLV



in Lebensmitteln



im Blut

haft NZZ

PFAS im Fleisch: In St. Gallen sind Weiden mit sogenannten Ewigkeitschemikalien verseucht. Eine Sanierung ist kaum möglich

Die Chemikalien, bekannt als Imprägnierung von Regenjacken oder Beschichtung von Bratpfannen, sind vermutlich schon vor mehreren Jahrzehnten in den Boden gelangt. Jetzt zeigt sich ihr grösstes Problem: Sie sind praktisch unzerstörbar.

Esther Widmann
28.08.2024, 18:16 Uhr · 4 min

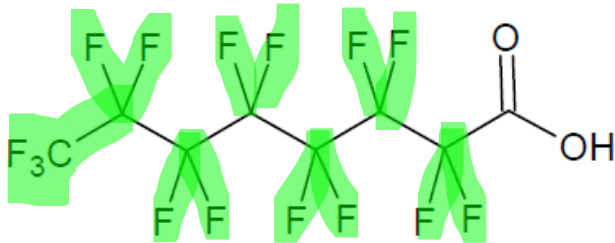
Hören Merken Drucken Teilen



Was sind PFAS und gehören auch PSM dazu?

OECD 2007
≈ 1'000
Substanzen

Liste mit: PFOS, PFSA, PFOA, PFCA,
verwandte Substanzen und Vorläufer von PFCA



Perfluorooctansäure (PFOA)

typischer Vertreter der «klassischen» PFAS

- nicht abbaubar
- bioakkumulierend
- viele gelten als toxisch

Regulierung
und Toxizität:
→
Vortrag von
Marc Stauber
BLV

- Einige dieser «klassischen» PFAS sind bereits heute reguliert

→ Zugelassene PSM-Wirkstoffe, gehören nicht zu diesen «klassischen» PFAS



Was sind PFAS und gehören auch PSM dazu?

OECD 2021
> 10'000
Substanzen

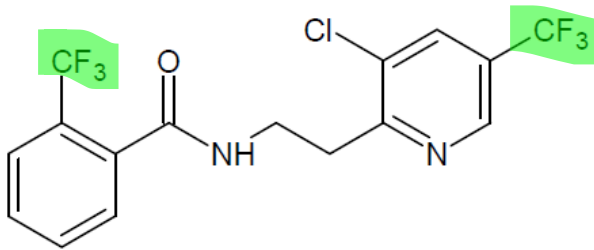
PFAS: Substanzen mit
–CF₃ oder –CF₂–

Nach der aktuellen Definition gehören 21 PSM-Wirkstoffe zu den PFAS, die in der Schweiz bewilligt sind.

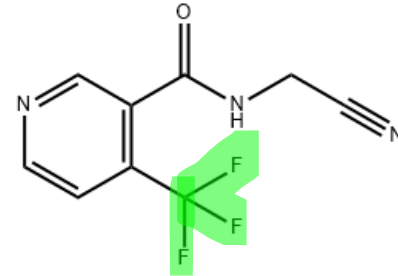


Was sind PFAS und gehören auch PSM dazu?

Beispiele von PFAS-Wirkstoffen



Fluopyram (Moon Privilege)



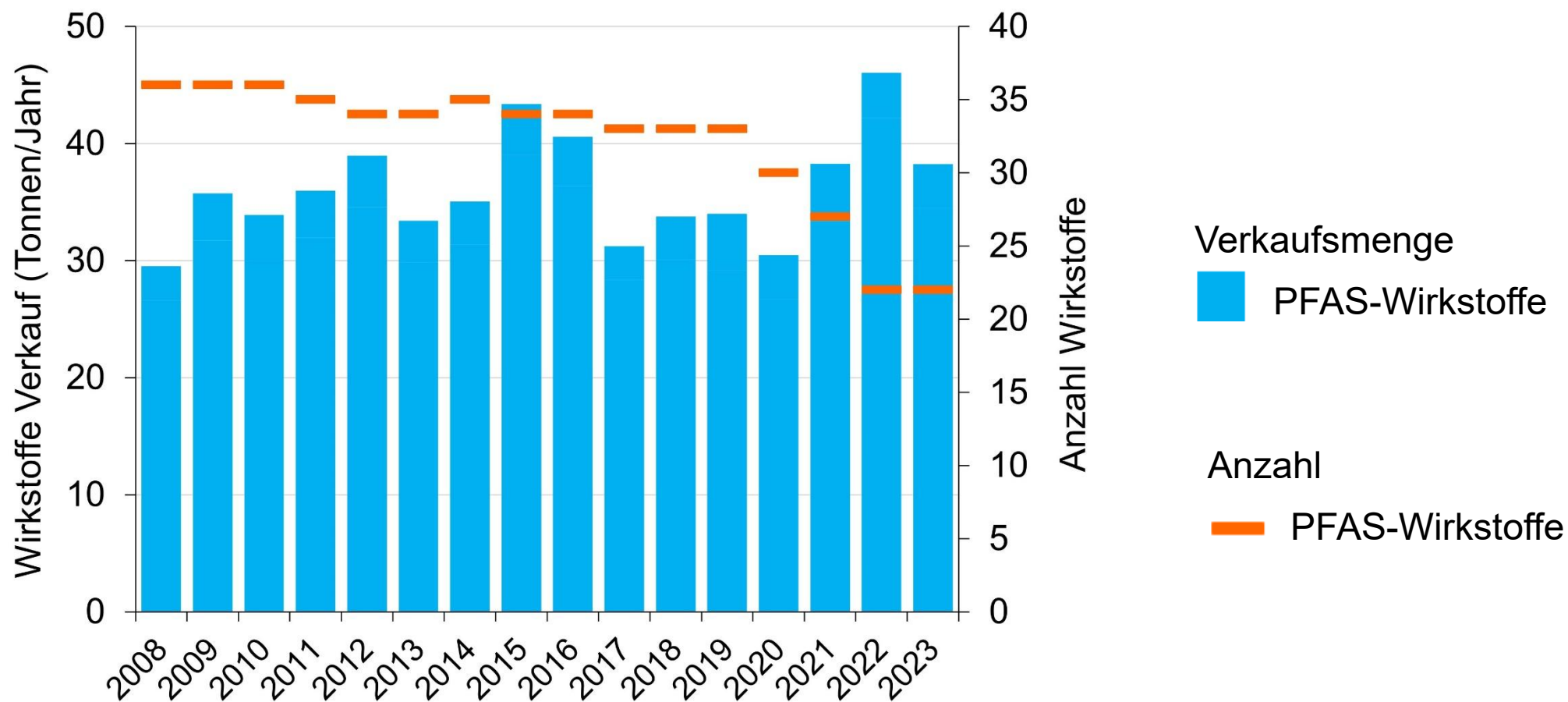
Flonicamid (Teppeki)

PSM-Wirkstoffe unterscheiden sich von «klassischen» PFAS
(chemische Struktur und Eigenschaften)

- werden in der Umwelt abgebaut (unterschiedlich rasch)
- Gemeinsam sind allen PFAS mehrere C-F-Bindungen
- Ein Abbauprodukt der meisten PFAS-Wirkstoffe ist Trifluoressigsäure (TFA)



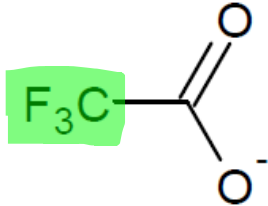
Wie viel PFAS-Wirkstoffe werden verkauft?



Daten aus: Poiger T. et al. (2025) <https://doi.org/10.5281/zenodo.15497861>



Was ist Trifluoressigsäure?



TFA: Trifluoressigsäure – auch ein PFAS

TFA

- wird in der Umwelt nicht weiter abgebaut
- ist sehr gut wasserlöslich und mobil
- nicht bioakkumulierend (Mensch und Tier)
- bisher gibt es keine Grenzwerte
- Toxizität in Abklärung, Vorschlag für Einstufung liegt vor:
sehr persistent und sehr mobil, reproduktionstoxisch

Regulierung
und Toxizität:

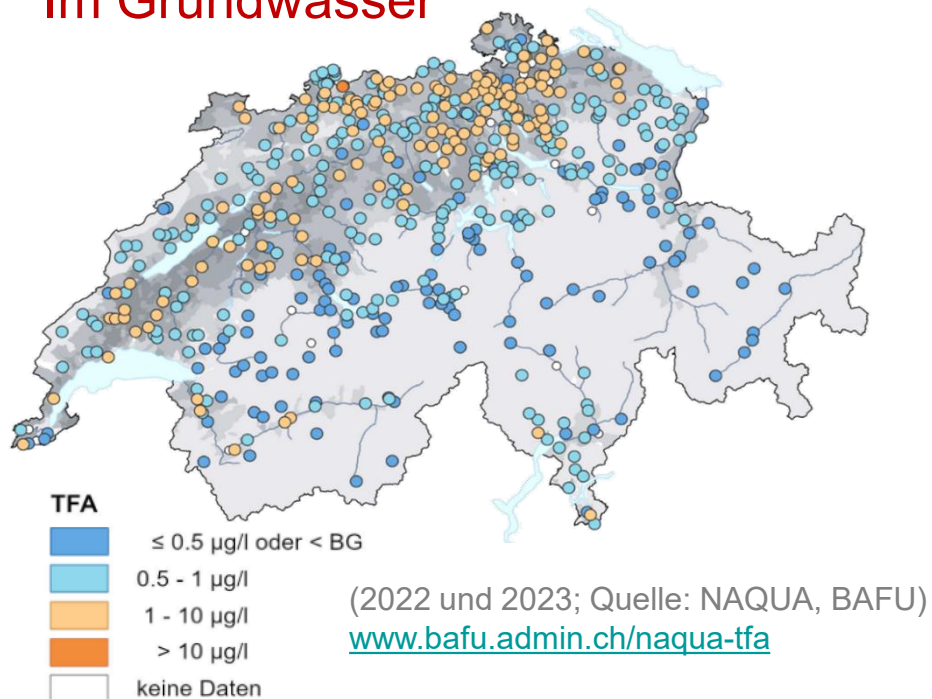


Vortrag von
Marc Stauber
BLV



Wo findet man TFA in der Umwelt?

Im Grundwasser



TFA in fast allen 517 Grundwasserproben Konzentrationen variieren nach Standort

- mit Ackerbau: 1-5 µg/L (~1.2 µg/L)
- Alpen und Voralpen bis 0.6 µg/L

In Regen und Oberflächengewässern

	µg/L (Ø 2021-2023)	
Regen	0.30-0.96	14 Standorte in der Schweiz
Flüsse	0.33-0.88	5 Schweizer Flüsse, 9 Messstellen
Seen	0.25-1.00	6 grossen Seen, 11 Messstellen

2021-2023; Quelle: Studie von EMPA und BAFU

Henne, S. et al. (2025). *EGUsphere*: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2025-2861>



Im Trinkwasser

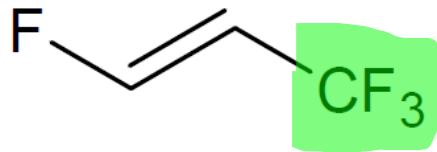
- TFA in 99% von 564 Trinkwasserproben nachgewiesen
- mittlere TFA-Konzentration 0.77 µg/L

Quelle: Bericht VKCS-Kampagne PFAS im Trinkwasser 2023 https://kantonchemiker.ch/wp-content/uploads/2023/10/20231013_d_Bericht_PFAS.pdf



Wie wichtig sind PSM als TFA-Quelle?

- PSM sind eine wichtige Quelle für TFA in der Umwelt
berechnet aus Verkaufszahlen maximal 11.5 Tonnen/Jahr für die Schweiz (Ø 2008-2023)
- Als insgesamt wichtigste Quelle gelten fluoridierte Kältemittel aus Klima- und Kühlanlagen (sogenannte HFO-Gase)



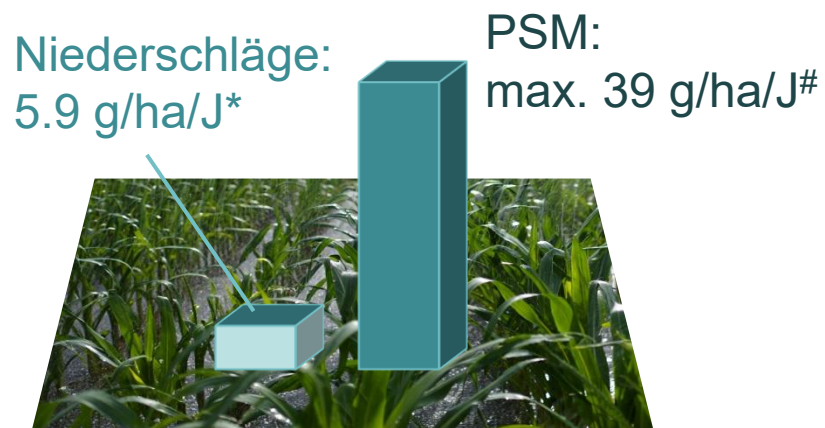
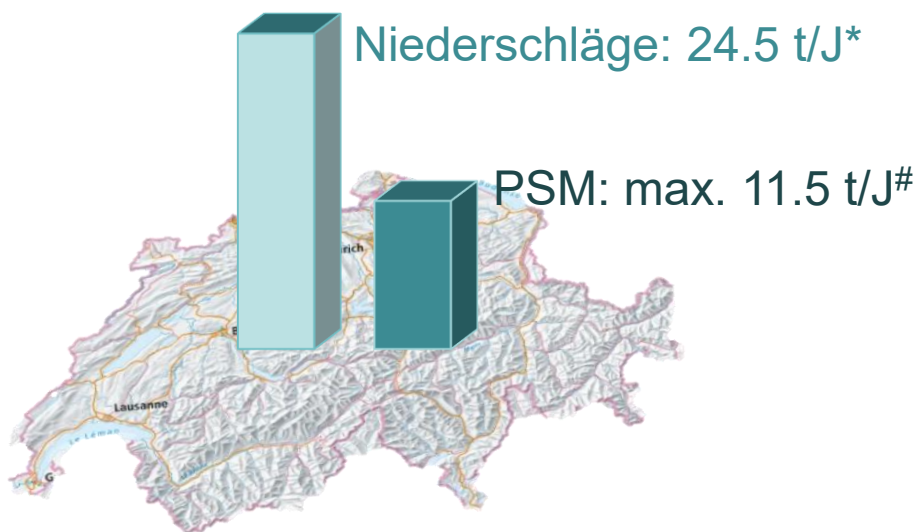
z.B. Tetrafluorpropen, R-1234ze (ein PFAS)

- HFO-Gase gelangen werden in der Atmosphäre unter Bildung von TFA abgebaut
- TFA gelangt mit dem Regen aus der Atmosphäre in den Boden
geschätzt aus Regenmessungen ca. 24.5 Tonnen/Jahr für die Schweiz (2021-2023)*

*aus: Henne S. et al (2025) *EGUsphere*: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2025-2861>



Wie wichtig sind PSM als TFA-Quelle?



Bezogen auf die ganz Fläche der Schweiz:

- Kältemittel tragen etwa doppelt so viel zur TFA-Belastung bei wie PSM

Bezogen auf die Fläche, wo PSM ausgebracht werden §

- Sind PSM der (potenziell) wichtigste Eintragspfad von TFA

§ Landwirtschaftliche Nutzfläche ohne Weiden, Kunst- und Naturwiesen

- Dort wo PSM angewendet werden, sind sie eine massgebliche Quelle
- TFA-Konzentrationen sind in Grundwasserproben aus Regionen mit viel Ackerbau und Spezialkulturen eher höher
- Wie gross der Anteil von PSM an einem bestimmten Standort ist, lässt sich noch nicht sagen

* Geschätzt aus TFA-Messungen in Niederschlägen (Henne et al. (2025))

maximales TFA-Bildungspotenzial berechnet aus PSM-Verkaufszahlen



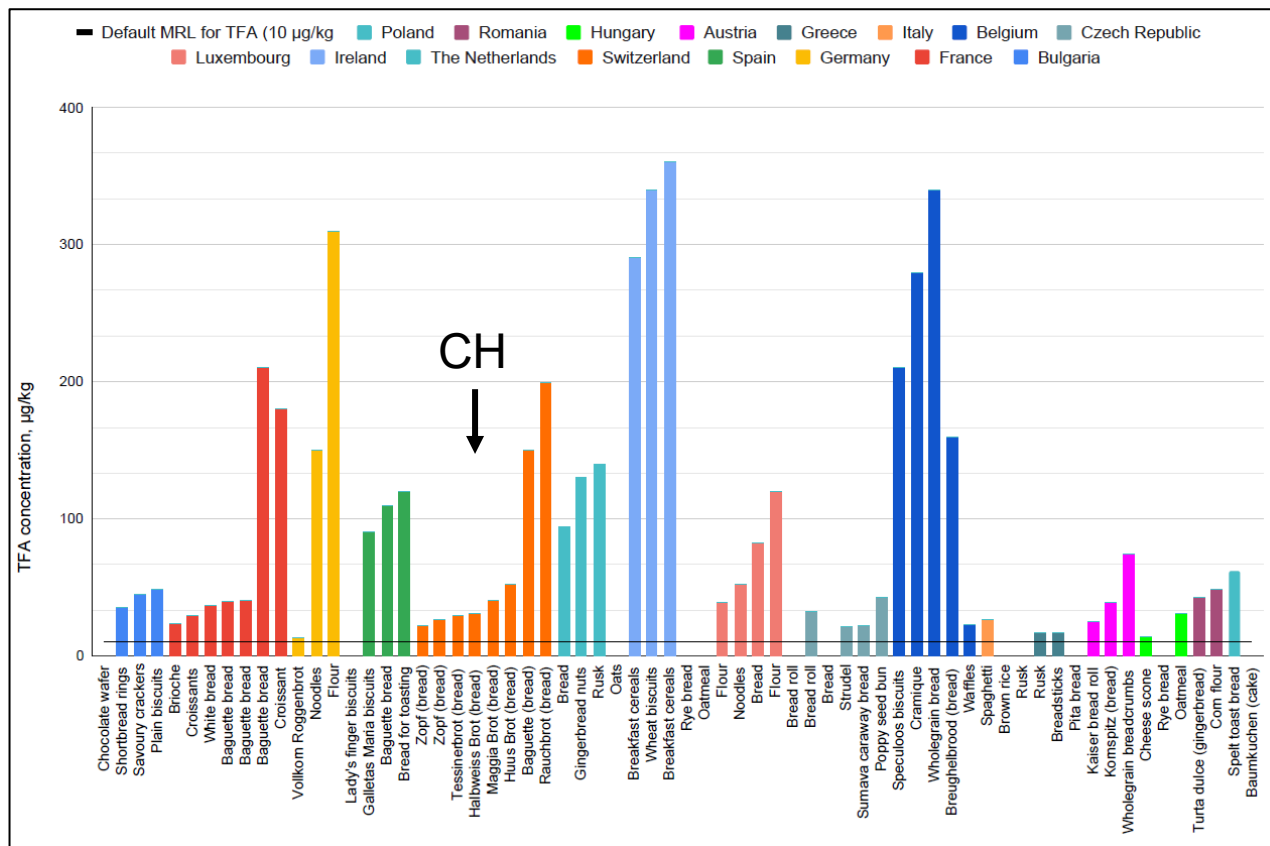
TFA in pflanzlichen Lebensmitteln?

Es gibt noch wenig Daten – aber genügend Hinweise

- TFA wird von Pflanzen mit dem Wasser aufgenommen
- Konzentrationen sind unterschiedlich hoch - je nach Pflanze und Standort
- Einträge aus PSM und aus der Atmosphäre (Niederschläge) spielen vermutlich eine Rolle
- In Weizen und Wein wurden die höchsten TFA-Konzentrationen gefunden, Brot und Wein wurden bisher am meisten untersucht

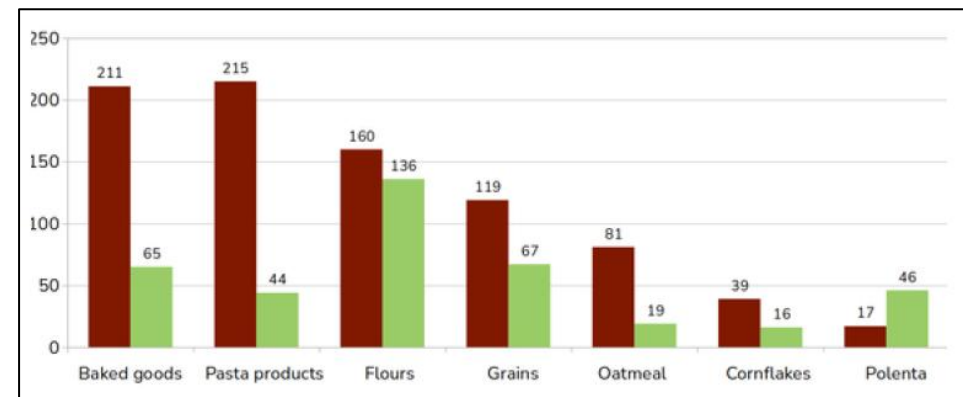


TFA in pflanzlichen Lebensmitteln?



TFA in Getreideprodukten aus 16 europäischen Ländern (~ 0.02 bis 0.3 mg/kg)

Quelle: PAN Europe, report 2025 [High levels of 'forever chemical' TFA in everyday cereal products all across Europe | PAN Europe](#)



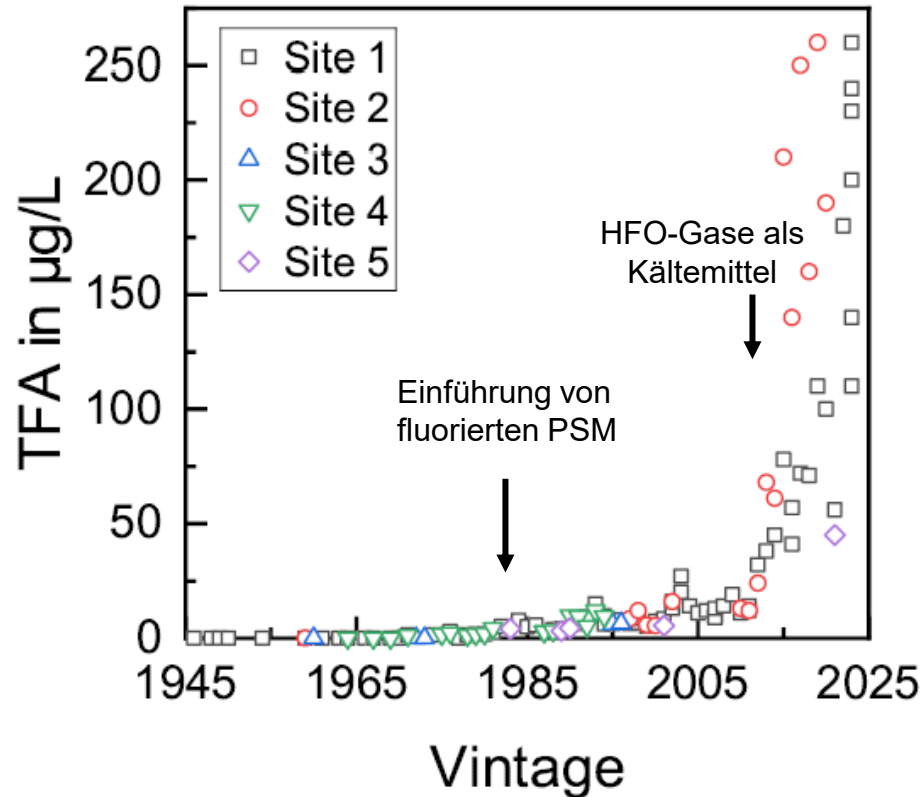
Durchschnittliche TFA-Konzentrationen (µg/kg) in Getreideprodukten (AT), konventionell (braun) und bio (grün)

Quelle: PAN Europe, report 2025 [The Forever Chemical in our Daily Bread | PAN Europe](#)

- TFA wird in fast allen Getreideprodukten gefunden (> 80%)
- Sowohl in konventionellen wie in Bio
- Konzentrationen in Bio-Produkten sind eher tiefer.

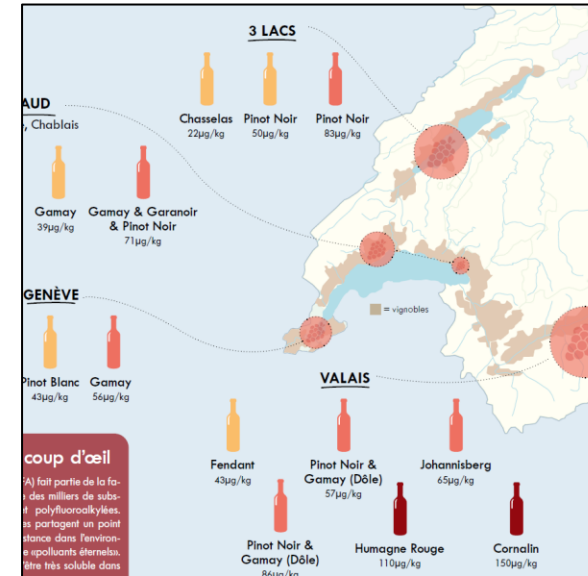


TFA in pflanzlichen Lebensmitteln?



TFA in Wein von einem Weingut (Baden, DE)

Quelle: Freeling et.al. (2025) <https://doi.org/10.1021/acs.est.5c10868>



In Schweizer Wein:
TFA in allen Proben
~ 20-150 $\mu\text{g/kg}$

Quelle:
Bon à Savoir 2025 /10

- Die TFA in Wein ab 1970er Jahren nachweisbar
- Starker Anstieg den letzten 10-15 Jahren
- Zum Vergleich in Regen (2021/23) ~0.3-1 $\mu\text{g/L}$
Zunahme 1990 → 2023 um Faktor 4-5



TFA in pflanzlichen Lebensmitteln?

Gurken, Kartoffeln, Rüebli, Salat, Tomaten: 16 von 25 Produkten belastet

Bezeichnung	Einkauf bei	Herkunft	Bezahlter Preis in Franken	Menge in Gramm oder pro Stück	PFAS-Gehalt in Mikrogramm pro Kilo ¹
Bio Natura Gurken	Aldi	Spanien	1.49	Pro Stück	–
Bio Gurken	Lidl	Spanien	1.49	Pro Stück	–
Bio Gurke	Migros	Spanien	1.50	Pro Stück	–
Roma Tomaten	Denner	Spanien	1.70	500	–
Retour aux sources Bio Kartoffeln	Aldi	Schweiz	3.45	1500	–
Tomaten PK	Lidl	Marokko	1.99	1000	–
Bio Kopfsalat	Migros	Italien	2.50	Pro Stück	–
Kopfsalatherzen	Coop	Italien	2.60	2 Stück pro Packung	–
Naturaplan Bio Rispentomaten	Coop	Spanien	3.50	600	–
Bio Natura San Marzano Tomaten	Aldi	Italien	2.99	500	11
Naturaplan Bio Demeter Karotten	Coop	Schweiz	2.50	500	14
Prix Garantie Gurken	Coop	Spanien	2.50	2 Stück pro Packung	15
Gurken	Denner	Spanien	1.30	Pro Stück	16
Naturaplan Bio Kartoffeln Levante	Coop	Schweiz	2.90	1000	16
Kopfsalat	Lidl	Italien	1.49	320	20
Schweizer Kartoffeln Jelly	Lidl	Schweiz	2.89	2500	26
Kopfsalat	Aldi	Italien	1.49	Pro Stück	27
Kartoffeln Concordia	Migros	Schweiz	1.70	1000	29
Bio Schweizer Rüebli	Lidl	Schweiz	2.99	1000	31
IP-Suisse Rüebli	Denner	Schweiz	1.40	1000	37
IP-Suisse Kartoffeln Venezia	Denner	Schweiz	1.35	1000	38
Karotten	Migros	Schweiz	1.40	1000	39
Kopfsalat	Denner	Italien	1.50	Pro Stück	49
Marché Karotten	Aldi	Schweiz	1.99	1500	51
Extra Tasty Tomaten	Migros	Italien	4.50	500	73



Foto: C. Parodi Agroscope

TFA in Gemüse:

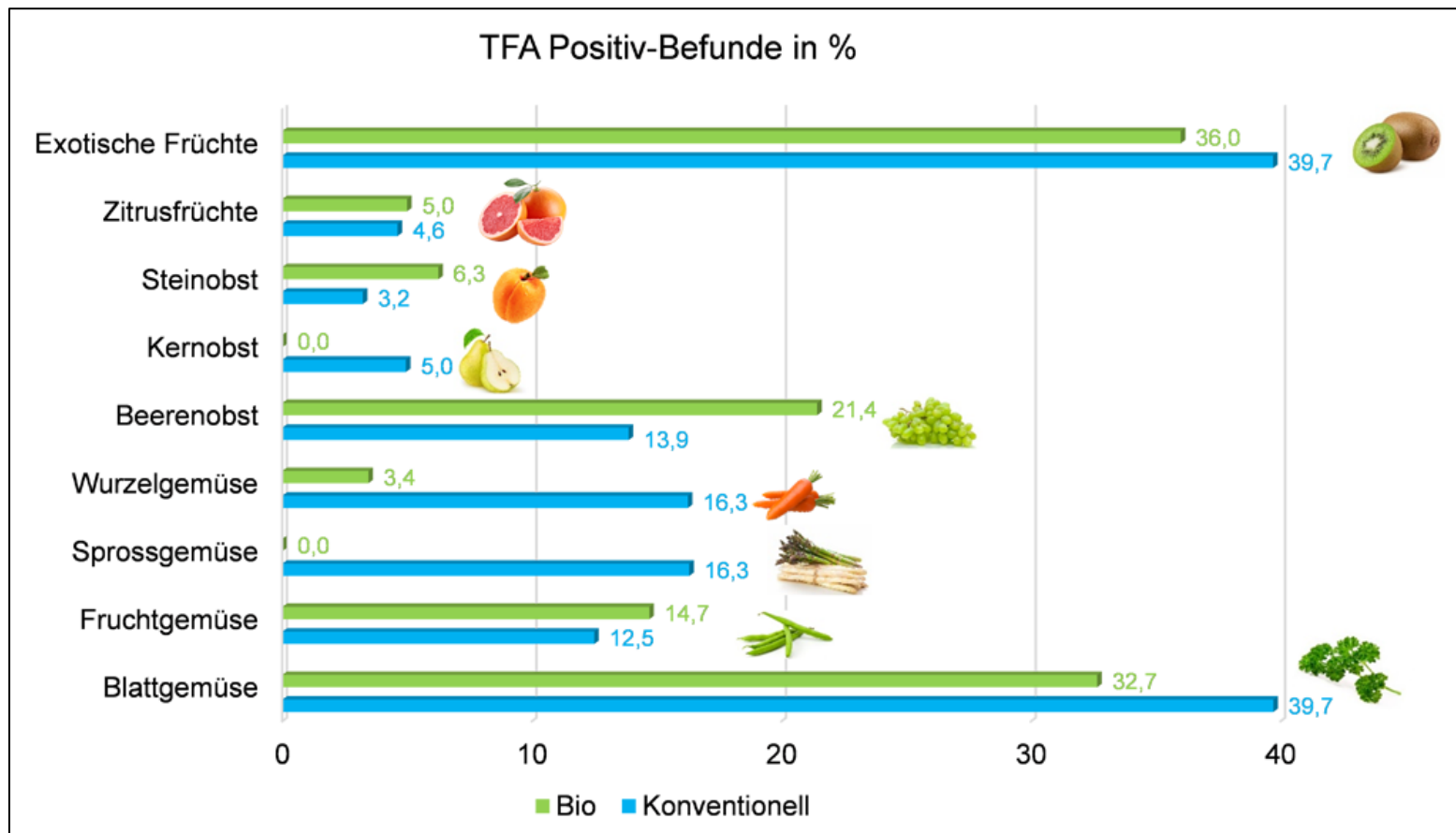
- bisher wenig Daten
- In ca. 2/3 aller Gemüseproben wurde TFA nachgewiesen (~0.01 bis 0.07 mg/kg)

TFA in verschiedenen Gemüsen (Herkunft: Schweiz und Ausland). PFAS bedeutet hier ausschliesslich TFA

Quelle: K-Tipp 08/2026 22.04.2026



TFA in pflanzlichen Lebensmitteln?



TFA in Obst und Beeren:
- Sehr wenig Daten

Nachweis in Kernobst
2024: in weniger als 5%
2017: in 0%

Nachweis in Steinobst
2024: in 3-6%
2017: in ca. 7%

Nachweis in Beeren (nur Trauben):
2024: in 14-21%
2017: in 39%

Nachweis → ≥ 0.02 mg/kg
im Mittel ca. 0.06 mg/kg

Anteil Obst- und Gemüseproben mit TFA (>0.02 mg/kg).
Herkunft: weltweit, konventionell und Bio (2024)

Quellen:

2024: Baden-Württemberg, Bericht 2025 CVUA https://www.ua-bw.de/pubmobil/beitrag.asp?subid=1&Thema_ID=5&ID=4167;

2017: EU-Bericht [EurlSrm_residue-Observation_TFA-DFA](#)



Wie geht es weiter?

Die Regulierung von TFA und den Vorläufersubstanzen zur Zeit ist in Entwicklung

Regulierung von fluorierten Gasen (Treib- und Kältemittel)

- Verbot von HFO-Gasen als Treibgase
(für Privatgebrauch seit 2026, professionelle Anwendungen ab 2030)
- Einschränkungen für HFO-Gase als Kältemittel (ab 2027)

Pflanzenschutzmittel

- TFA wird mehr Beachtung geschenkt als bisher
- Mittelfristig wird es zu Einschränkungen und Rückzügen kommen

➤ Es wird noch lange dauern, bis die Belastungen in der Umwelt signifikant abnehmen.

Regulierung
und Toxizität:
→
Vortrag von
Marc Stauber
BLV



Fazit

- PSM-Wirkstoffe gehören nicht zu den «klassischen» PFAS
- 21 Wirkstoffe gehören zu den PFAS gemäss neuer Definition (OECD 2021)
- Davon sind 19 Wirkstoffe TFA-Vorläufer
- TFA wird in der Umwelt verbreitet nachgewiesen und nicht weiter abgebaut
- Die insgesamt wichtigste Quelle für TFA in der Umwelt sind fluoridierte Kältemittel, gefolgt von PSM
- TFA und TFA-Vorläufersubstanzen werden künftig verstärkt reguliert. Wie, ist aber für viele Bereiche noch nicht klar



Weiterführende Informationen



Rudin E, Aicher L, Heuberger M, Kroll A, Stamm C (2025). *PFAS: Vorkommen, Risiken und Handlungsansätze*. Swiss Academies Factsheets 20 (4).

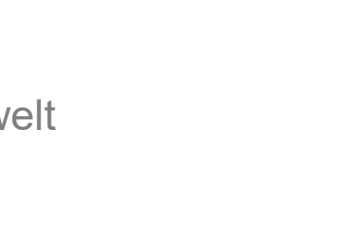
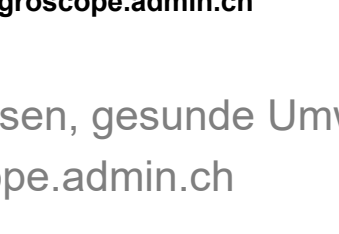
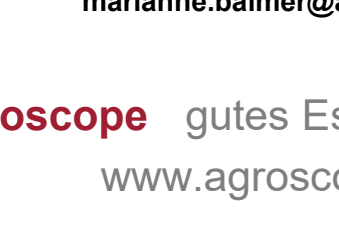
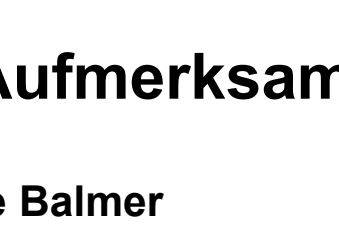
[PFAS: Vorkommen, Risiken und Handlungsansätze](#)



Balmer M.E., Baumgartner D., Schaller U., Bormann P., Poiger T. (2025). *Trifluoressigsäure und andere PFAS im Grundwasser – was tragen Pflanzenschutzmittel bei?* Agrarforschung Schweiz, 16, 132–144. <https://doi.org/10.34776/afs16-132>



Poiger, T., Baumgartner, D., & Balmer, M. E. (2025). *Maximum formation potential of trifluoroacetic acid (TFA) calculated based on annual sales data for pesticide active ingredients in Switzerland from 2008 to 2023* (1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15497861>



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Marianne Balmer
marianne.balmer@agroscope.admin.ch

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt
www.agroscope.admin.ch

