

Magazine of the German  
Environment Agency  
1/2020

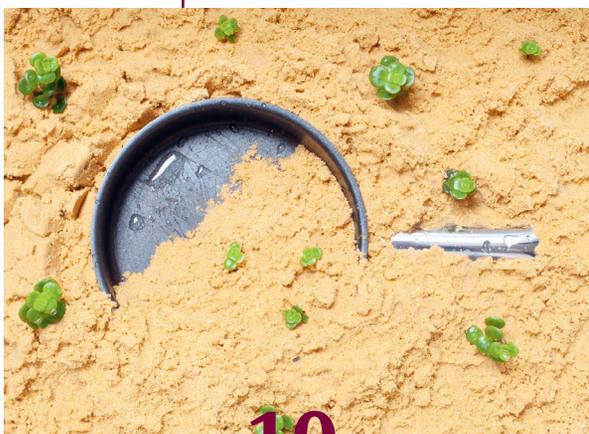
# WHAT MATTERS

# PFAS

Sono qui  
per restare

## 6

**PFAS –  
i nostri eterni  
compagni**



## 10

Utilizzi

## 12

**Facciamo il punto  
della situazione:  
i PFAS nell'uomo e  
nell'ambiente**

## 18

L'Artico

APPROFONDIMENTO

## 22

I luoghi a rischio PFAS  
in Germania

## 24

**Diffusione dei  
PFAS via aria,  
acqua e suolo**



## 26

**Come sono stati  
regolamentati  
i PFAS fino  
ad oggi**





# 36

Note di Traduzione

Note di Redazione

# 28

## Questi i valori stabiliti per i PFAS nell'uomo e nell'ambiente

The original version of this magazine was published by the German Environment Agency in 2020 with the title "PFAS – Gekommen um zu bleiben". <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2020-pfas-gekommen-um-zu-bleiben>. The translation at hand is not by the German Environment Agency (see p.38). The German Environment Agency is therefore not responsible for the content or the accuracy of the translation. The German original is the original and therefore valid version. The translators of this publication are responsible for the accuracy of the translation.

# 32

## Così possiamo proteggere le persone e la natura dai PFAS anche in futuro

La versione originale di questa rivista è stata pubblicata dall'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente nel 2020 con il titolo "PFAS – Gekommen um zu bleiben". <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2020-pfas-gekommen-um-zu-bleiben>. La traduzione qui pubblicata non è opera dell'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (v. p.38), che pertanto non è responsabile nè per il contenuto nè per l'accuratezza della traduzione. La versione valida del testo rimane pertanto la versione originale tedesca. I traduttori di questa pubblicazione si assumono la piena responsabilità della correttezza e dell'accuratezza della traduzione.



# APPROFONDIMENTO



# PFAS – i nostri eterni compagni



**Impermeabilità, antiaderenza e oleorepellenza. Queste le proprietà principali di un gruppo di sostanze chimiche abbreviate come PFC o PFAS.**

Si trovano in numerosi prodotti, dalle giacche a vento alle padelle in Teflon, alle schiume antincendio. La sigla PFC sta per sostanze per- o polifluorate. Un altro nome per le sostanze alchiliche per- o polifluorate è PFAS. Ad oggi questo gruppo di prodotti chimici comprende più di 4.700 sostanze differenti.

Poiché i PFAS sono utilizzati in così tanti modi diversi, sono molti i modi con cui questi prodotti possono introdursi nell'ambiente: durante la produzione delle sostanze chimiche stesse, durante la loro trasformazione in prodotti, durante l'uso di questi prodotti e successivamente durante il loro smaltimento.

I PFAS sono utilizzati su scala mondiale e possono distribuirsi attraverso l'aria, i fiumi e gli oceani fino alle zone più remote, come l'Artico. Il problema sta nel fatto che queste sostanze sono difficilmente degradabili, per cui rimangono nell'ambiente per molto tempo. Alcuni PFAS si accumulano negli animali, nelle piante e nell'uomo, causando effetti dannosi alla salute.

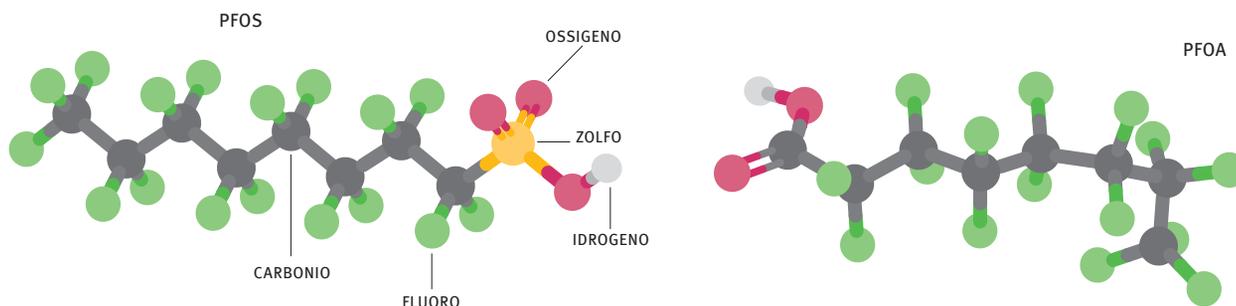


# Cosa sono i PFAS?

Da un punto di vista chimico, i PFAS sono composti organici con catene di varia lunghezza in cui gli atomi di idrogeno sono sostituiti completamente (perfluorurati) o parzialmente (polifluorurati) con atomi di fluoro. Più specificamente, la sigla PFAS si riferisce a composti organici fluorurati che presentano un gruppo funzionale acido oppure alcolico. Sono questi l'oggetto principale della presente pubblicazione.

I due composti più conosciuti sono i PFOS (acidi perfluorottanosolfonici) e i PFOA (acidi perfluorottanoici). Questi composti sono stati prodotti e utilizzati a partire dagli anni '50. I dati tossicologici e altre informazioni scientifiche su queste due sostanze sono facilmente disponibili.

Da qualche tempo si utilizzano sempre più spesso altri PFAS. Questi includono sostanze polifluorurate, chiamate anche composti precursori o precursori perché, quando raggiungono l'ambiente, vengono convertite in composti perfluorurati stabili, i PFAS, di cui costituiscono la maggior parte. I PFAS di ultima generazione sono, ad esempio, ADONA e il GenX, chiamati anche eteri perfluorurati, nei quali la catena di fluorocarburi contiene ponti di atomi di ossigeno. Esistono anche PFAS che nella loro struttura, oltre al fluoro, contengono atomi di cloro. Per la maggior parte dei PFAS di ultima generazione, gli scienziati e le autorità hanno poche informazioni riguardanti l'esatta struttura chimica, gli ambiti di utilizzo, il loro comportamento nell'ambiente e gli effetti sull'uomo e sulla natura.



## I polimeri

Alcuni PFAS sono utilizzati per la produzione di fluoropolimeri come il politetrafluoroetilene (PTFE<sup>1</sup>). I fluoropolimeri vengono utilizzati in vari prodotti per ridurre la resistenza all'attrito (ad es., come rivestimento in automobili e aeromobili, oppure in inchiostri da stampa, cere e lubrificanti) o anche per attenuare l'aderenza (ad es., negli utensili da cucina). Il PTFE è spesso utilizzato anche come membrana impermeabile e traspirante nell'abbigliamento anti-pioggia o antivento.

Spesso i prodotti di consumo contengono altri polimeri basati su composti precursori come gli acrilati polifluorurati. Gli impieghi sono altrettanto diversificati e vanno dai

tessuti ai tappeti, dagli imballaggi alimentari oleorepellenti alle vernici e ai prodotti impregnanti per legno e piastrelle.

I PFAS sono solo per circa il 98% saldamente legati al polimero. Le molecole di PFAS libere nel polimero vengono rilasciate nell'aria o nell'acqua nel corso della vita dell'articolo/prodotto di consumo. Gli studi indicano che questi polimeri, inoltre, si degradano nel tempo e rilasciano PFAS. Tracce di PFAS, che possono essere individuate nei fluoropolimeri, sono rilasciate nell'ambiente anche attraverso l'uso di prodotti rivestiti.



## Perchè i PFAS nell'ambiente sono un problema così grande?

È necessaria una grande quantità di energia per rompere il legame tra atomi di carbonio e di fluoro, perciò i PFAS sono molto persistenti.

Solo attraverso un trattamento ad alta temperatura e lunghi tempi di permanenza, come accade negli impianti di incenerimento rifiuti, le molecole di PFAS possono essere completamente scisse. <sup>[N.d.R. 1]</sup>

Questo significa inoltre che i PFAS non possono essere scomposti nell'ambiente e né i batteri, né l'acqua, né l'aria, né la luce possono eliminare interamente queste molecole.

Una volta che i PFAS vengono rilasciati nell'ambiente, si diffondono, per esempio nell'acqua, e sedimentano, rimanendo lì per molto tempo.

Alcuni PFAS si accumulano negli esseri viventi e lungo le catene alimentari e possono, pertanto, essere nocivi per l'essere umano.

Altri PFAS sono molto mobili nell'acqua e nel suolo: si dissolvono bene nell'acqua, sono trattenuti in minima parte nel suolo e pertanto raggiungono velocemente le falde acquifere.

Nel corpo umano, alcuni PFAS sono in grado di legarsi alle proteine nel sangue, nel fegato e nei reni.

In confronto ad altre sostanze chimiche, alcuni PFAS vengono eliminati molto lentamente e possono pertanto accumularsi nel corpo. Particolarmente critico è il fatto che alcuni PFAS passano dalla madre al figlio durante la gravidanza e durante il periodo di allattamento. Elevate concentrazioni di PFOA e PFOS nel sangue umano possono ridurre gli effetti delle vaccinazioni, aumentare la predisposizione alle infezioni, portare a elevati livelli di colesterolo e causare una diminuzione del peso alla nascita nei bambini.

## **In che modo i PFAS si introducono nell'ambiente e nel corpo umano?**

I PFAS sono rilasciati nell'ambiente per vie diverse: possono essere depositi dai fumi di scarico degli impianti industriali nei terreni e nelle acque circostanti; possono inoltre legarsi ad altre particelle ed essere trasportati a grande distanza per via aerea, anche nelle aree più remote. I PFAS possono quindi essere rintracciati anche nelle regioni polari e nei laghi alpini, a grande distanza da siti industriali e da insediamenti umani. Dall'aria possono infine essere immessi nel suolo e nelle acque di superficie attraverso la pioggia e la neve.

Attraverso la volatilizzazione di prodotti come gli spray protettivi, i PFAS vengono diffusi nell'aria all'interno degli edifici. I vapori provenienti da tappeti o tessuti domestici trattati con prodotti antimacchia generano concentrazioni di PFAS negli ambienti chiusi.

I PFAS entrano negli impianti di trattamento delle acque reflue attraverso le acque di scarico domestiche e industriali. Qui una parte dei composti precursori si trasforma in PFAS persistenti. Alcuni PFAS vengono rilasciati nelle acque superficiali con le acque di scarico trattate, altri rimangono nei fanghi di depurazione. Se questi fanghi di depurazione vengono impiegati, per esempio, come fertilizzanti in agricoltura, queste sostanze chimiche nel corso del tempo penetrano nelle falde acquifere. Tuttavia, sta progressivamente diminuendo l'utilizzo dei fanghi di depurazione comunali in modalità che li facciano arrivare a contatto con i suoli, come ad esempio i fertilizzanti.

I PFAS possono essere introdotti direttamente nei suoli e nelle acque tramite specifici impieghi, ad esempio con le schiume antincendio. I PFAS contenuti nelle acque e nei suoli contaminati vengono assorbiti dalle piante e si accumulano nei pesci; pertanto, queste sostanze entrano anche nella catena alimentare umana.

Di conseguenza, gli esseri umani assumono i PFAS dall'ambiente attraverso il cibo o dall'aria.



**I PFAS non sono biodegradabili.**

# Utilizzi



## Tessuti

Nelle industrie tessili e conciari, i PFAS sono utilizzati nelle membrane traspiranti, così come nelle finiture antimacchia, oleo- e idrorepellenti. Sono usati tra l'altro per la produzione di abbigliamento outdoor, calzature, indumenti da lavoro, tappeti e biancheria per la casa. Anche gli agenti impregnanti per vestiti e scarpe spesso contengono PFAS.

Le membrane (ad esempio il Goretex) sono composte da politetrafluoroetilene (PTFE), il quale è prodotto con certi PFAS (ad esempio il PFOA).

Per realizzare un effetto idrorepellente, ci sono delle alternative ai PFAS: ad esempio, preparati a base di paraffina, siliconi, resine melamminiche modificate o poliuretani. Diversi produttori di abbigliamento outdoor evitano già l'uso di PFAS: queste alternative sono peraltro disponibili sul mercato per i consumatori.

L'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente<sup>2</sup> consiglia l'acquisto di tessuti e scarpe "PFAS-free", dal momento che alcune caratteristiche tecniche più estreme non sono necessarie per l'uso quotidiano. Inoltre, le eco-label per tessuti "GOTS"<sup>3</sup> e "Blauer Engel"<sup>4</sup> escludono l'uso dei PFAS.

Per un effetto antimacchia e di oleorepellenza, che è richiesto per l'abbigliamento protettivo da lavoro e per i tessuti sanitari, ad oggi non sono ancora disponibili alternative senza PFAS altrettanto efficaci. In molti casi la quantità richiesta di PFAS può essere ridotta dall'ulteriore uso di "estensori". Essi si basano ad esempio su poliuretani iper-ramificati e a ramificazione radiale.

## Carta e materiali a stampa

Come nell'industria tessile, i PFAS sono usati per le finiture idro- e oleorepellenti dei prodotti cartacei come l'incarto degli hamburger, le etichette autoadesive e i bicchieri monouso da caffè. Per questo scopo, vengono utilizzati prodotti a base di perfluoropolietere (PFPE) e resine di fluorocarburi (FC), nonché fosfati di polifluoroalchile (PAP). I PAP si possono degradare, sia nell'ambiente che nel corpo umano, in alcoli fluorotelomeri ed infine in vari acidi carbossilici fluorurati, per cui "PFOS-free" non significa "PFAS-free", anzi i prodotti sostitutivi possono essere altrettanto dannosi.

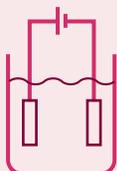


Se l'effetto idrorepellente può essere ottenuto anche con altri materiali di rivestimento, ad oggi non sono ancora disponibili alternative PFAS-free che ottengano un simultaneo effetto oleorepellente e antimacchia.

I PFAS possono anche essere rilasciati nell'ambiente tramite il riciclaggio della carta. Ad esempio, il PTFE viene utilizzato nell'industria editoriale al fine di migliorare la brillantezza e la resistenza all'abrasione del materiale stampato.

Dall'agosto 2018, nell'allegato 28 dell'Ordinanza sulle acque reflue<sup>5</sup>, per la produzione della carta si richiede di evitare l'utilizzo di additivi che contengono prodotti chimici perfluorurati o polifluorurati o che ne permettono la formazione. Se questo non è possibile, allora le quantità utilizzate devono essere limitate al massimo e le emissioni ridotte nei limiti delle possibilità tecniche.

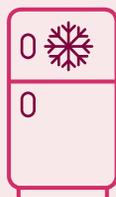
L'etichetta Blauer Engel DE UZ 195 garantisce l'assenza di PFAS nella carta stampata.



### **Elettroplaccatura**

Gli agenti bagnanti a base di PFAS vengono utilizzati nella cromatura di metalli e della plastica per diminuire la tensione superficiale ed evitare la formazione di aerosol di cromo. Poiché gli elettroliti del cromo hanno valori di pH molto bassi, l'agente bagnante deve essere composto da sostanze molto stabili. Fino ad ora si trattava generalmente di acido perfluorooctansolfonico (PFOS), il quale poteva arrivare nelle acque attraverso gli scarichi galvanici, a meno che non fossero trattati con resina a scambi ionici o con carbone attivo.

A causa delle possibili implicazioni legali, i PFOS sono stati sostituiti da composti polifluorurati, in genere il 6:2 FTS (solfonato di fluorotelomero). Questo composto è effettivamente meno tossico e non è bioaccumulabile, <sup>[N.d.R. 2]</sup> tuttavia viene scisso in composti perfluorati altrettanto dannosi e non è stabile nel lungo periodo tanto quanto i PFOS, per cui ne devono essere utilizzate quantità considerevolmente più elevate. Le acque di scarico del processo di galvanizzazione non vengono normalmente trattate per rimuovere il 6:2 FTS. La ricerca di composti alternativi deve quindi continuare.



### **Refrigeranti e sostanze schiumogene**

I refrigeranti e gli agenti schiumogeni (F-gas) alogenati, che sono spesso gas ad effetto serra dannosi per l'ambiente, vengono rilasciati nell'atmosfera quando sono utilizzati. Alcuni di questi gas degradano lì in composti organici fluorati persistenti, che con le precipitazioni finiscono nelle acque. Come alternative ci sono i refrigeranti naturali senza fluoro e cloro come l'anidride carbonica, gli idrogenocarbonati e l'ammoniaca.



### **Schiume antincendio**

Le "schiume filmogene antincendio" sono comunemente utilizzate per spegnere incendi provocati da liquidi infiammabili. In passato, anche i vigili del fuoco utilizzavano queste schiume durante gli addestramenti. Nonostante nel passato venissero utilizzati principalmente i PFOS, ora vengono usati altri PFAS. Con l'utilizzo incontrollato delle schiume, i PFAS contaminano le acque superficiali o, infiltrandosi nel suolo, arrivano alle falde acquifere. Per questa ragione, e anche a causa delle loro allarmanti proprietà, l'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA), consiglia l'utilizzo di alternative prive di fluoro.



A wide-angle photograph of a mountain range. The foreground shows a grassy slope where a hiker is standing, looking out over the valley. The middle ground is filled with rugged, rocky mountain peaks and ridges, some with patches of snow or light-colored rock. The background shows more distant, snow-capped peaks under a clear blue sky with a few wispy clouds. The overall scene is bright and clear, suggesting a sunny day.

Facciamo il punto:  
**I PFAS nell'uomo e  
nell'ambiente**

## Oggi i PFAS sono rilevati ovunque: nel suolo, nei sedimenti, nell'acqua e nell'aria, nelle piante e negli animali così come nel sangue umano e nel latte materno.

Circa quaranta tipi di PFAS possono essere misurati con metodi di rilevamento chimico. Per la maggior parte dei PFAS - in riferimento ai composti precursori - non esistono tuttavia né informazioni sull'esatta struttura chimica né metodi analitici per il rilevamento. Registriamo quindi solo una frazione delle concentrazioni di PFAS perché sono proprio i composti precursori comunemente utilizzati ad essere difficili da rilevare.

Per mezzo dei cosiddetti parametri somma, più PFAS possono essere determinati assieme. Ciò avviene attraverso processi di conversione da PFAS sconosciuti a PFAS facilmente rilevabili (il metodo "precursori totali ossidabili" o esame TOP) o mediante il rilevamento di fluoro: un metodo che rileva il fluoro organico riassorbibile (AOF) o un metodo che rileva il fluoro organico estraibile (EOF).

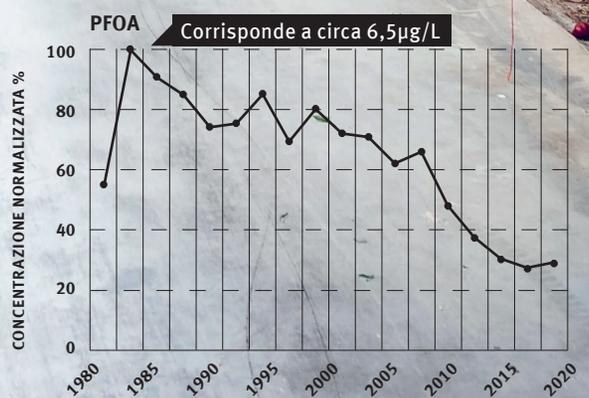
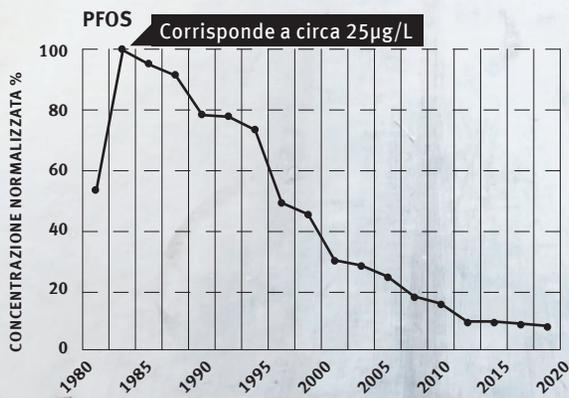




Figura 1

**Livelli di PFOS e PFOA in campioni di plasma sanguigno umano della Umweltprobenbank**

Le concentrazioni sono normalizzate al valore del picco di esposizione nel 1986: 100%



# L'esposizione umana ai PFAS importanti è in diminuzione - ma è ancora considerevole

N.d.R. 3]

Gli esseri umani assorbono i PFAS attraverso gli alimenti e l'aria, eppure per la maggior parte delle persone il cibo sembra essere la causa principale. L'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA<sup>6</sup>) ad oggi considera il pesce, le uova e la frutta le principali fonti di PFAS negli alimenti. L'Ufficio Federale per la Difesa dei Consumatori<sup>7</sup> trova PFOA e PFOS soprattutto nella carne e nel fegato di cinghiale (BVL Report 14.4, Food Safety Report 2018). L'acqua potabile viene presa in considerazione come una particolare fonte di PFAS nel caso in cui si verifichi una contaminazione da PFAS dell'acqua in natura. Finora in Germania sono noti solo pochi casi. Ci riferiamo in particolare ai casi a Arnsberg nel distretto di Hochsauerland, a Rastatt nel Mittelbaden<sup>8</sup> e nel distretto di Altötting in Baviera. Le persone che soggiornano principalmente in spazi interni arredati con materiali trattati con PFAS (come tappeti antimacchia) inalano PFAS in quantità sempre maggiori perché alcuni PFAS vengono rilasciati dai tessuti trattati e possono concentrarsi sempre di più nell'aria interna.

## Gli esseri umani assumono i PFAS attraverso il cibo



Nella più recente Indagine Ambientale tedesca sulla Salute dei Bambini e degli Adolescenti\*<sup>9</sup>, sono stati esaminati giovani dai 3 ai 17 anni. Il plasma sanguigno di 1.109 bambini e adolescenti è stato analizzato, oltre che per altre sostanze, anche per 12 diverse tipologie di PFAS. Sono stati rintracciati il PFOS in tutti i campioni di sangue e il PFOA in quasi tutti. I risultati dimostrano che i PFAS sono rilevabili nel sangue della popolazione in generale. Come previsto, le concentrazioni di alcuni PFAS nel plasma sanguigno erano più elevate nei bambini allattati rispetto a quelli non allattati, con livelli più alti in proporzione alla durata dell'allattamento.

Per mezzo della Umweltprobenbank des Bundes<sup>10</sup>, è stato possibile determinare l'andamento dell'esposizione umana ai PFAS negli ultimi quattro decenni. Le attuali misurazioni di 37 diversi PFAS in campioni degli anni 2009-2019 mostrano che i PFOA e i PFOS rappresentano la maggior parte dell'esposizione. Dal 1986 l'esposizione ai PFOA è diminuita di più del 70% e quella ai PFOS già di più del 90% (2019: media geometrica PFOA: 1,88 ng/ml; media geometrica PFOS: 1,93 ng/ml) (Figura 1). Tuttavia, si riscontrano ancora sporadiche concentrazioni elevate di questi PFAS.

La diminuzione di PFOA e PFOS nel sangue umano conferma che queste sostanze sono utilizzate in quantità minori e che gli esseri umani sono esposti ad esse in misura minore. Tuttavia, sono spesso sostituite da altri PFAS. Oltre a PFOA e PFOS, nel sangue umano si trovano altri PFAS. Le loro concentrazioni sono effettivamente basse fino ad ora, ma si sa poco sugli effetti a lungo termine di queste sostanze chimiche. Non è possibile trarre conclusioni sui PFAS per i quali non sono ancora disponibili metodi di rilevamento convalidati nei campioni umani o che semplicemente non sono stati misurati.

\* Dal 1985 l'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA) conduce ripetutamente studi rappresentativi dell'esposizione della popolazione tedesca agli agenti chimici ambientali. Lo scopo di queste indagini ambientali tedesche per la salute (German Environmental Surveys, abbreviate in GerES) è fornire dati rappresentativi aggiornati sulla situazione di esposizione, indagare sui potenziali rischi per la salute associati e formulare proposte per misure di mitigazione.

## Quanto sono inquinate le nostre acque?

I PFAS vengono veicolati nei nostri corsi d'acqua in diversi modi: attraverso gli impianti di trattamento delle acque reflue industriali e urbane, con le schiume antincendio, con il dilavamento dei componenti del terreno contaminati da PFAS (es. terreni agricoli contaminati da PFAS dove i rifiuti industriali sono stati smaltiti in modo improprio) e attraverso l'aria. Se i terreni sono contaminati, i PFAS possono anche raggiungere le acque superficiali per infiltrazione nel suolo e nelle falde acquifere.

## Numerosi campionamenti indicano che altri PFAS si accumulano nelle acque

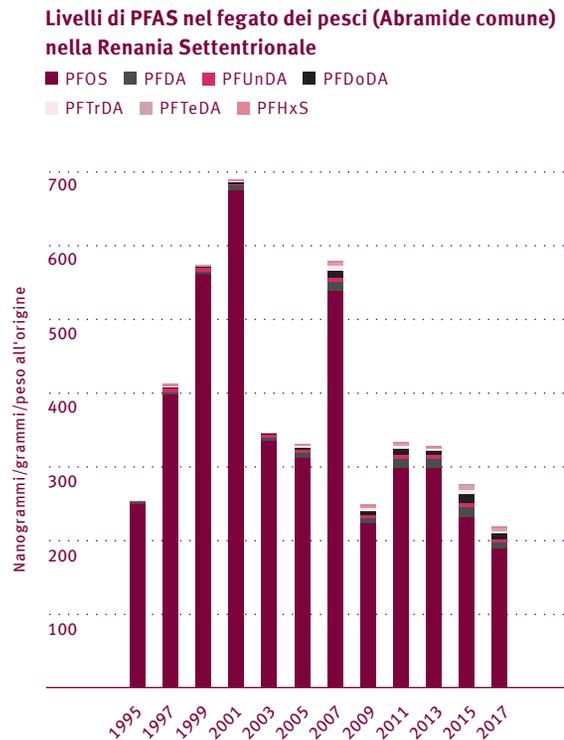
Gli stati regionali (Länder) determinano le concentrazioni di PFAS in specifici punti di misurazione e mediante particolari esami relativi a specifici eventi. Nel Baden Württemberg, nella Renania Settentrionale-Vestfalia e nella Renania-Palatinato, ad esempio, le vie d'acqua intorno agli aeroporti vengono esaminate per individuare i PFAS, introdotti dalle schiume antincendio.

In alcuni Länder le indagini per i PFAS vengono condotte già da tempo, ad esempio in Baviera, Assia e Renania settentrionale-Vestfalia. Le concentrazioni di PFOA e PFOS sono diminuite, il che può essere spiegato dall'applicazione delle normative sui prodotti chimici. Le concentrazioni di altri PFAS in Baviera e Assia sono invece in aumento. Ciò si spiega con il fatto che queste sostanze vengono sempre più utilizzate come sostituti per i PFOA e per i PFOS.

I PFAS giungono negli oceani principalmente attraverso i fiumi e l'aria. I PFAS possono anche essere scaricati direttamente negli oceani attraverso l'uso di agenti estinguenti su navi o strutture offshore come piattaforme di perforazione, parchi eolici o stazioni di conversione.

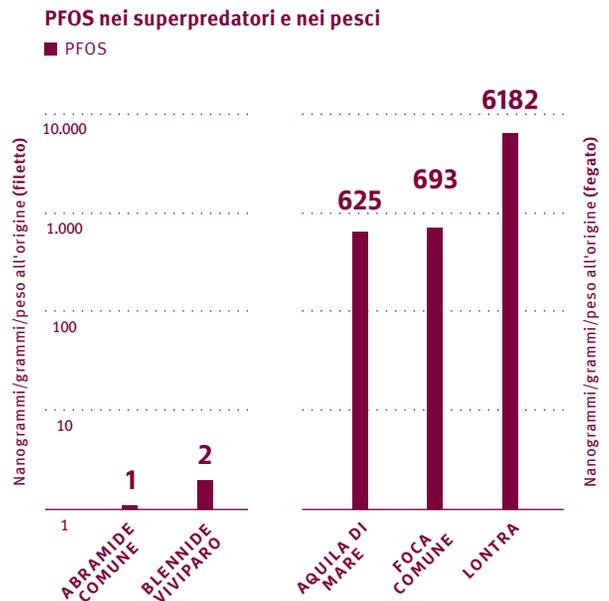
I PFAS vengono rilevati nell'acqua, nei sedimenti e negli animali del Mar Baltico e Mare del Nord. Il PFOS, per esempio, è diffuso in tutte le acque costiere tedesche dei mari del Nord e Baltico. I campioni prelevati vicino alla costa sono contaminati più pesantemente rispetto ai campioni provenienti dal mare aperto. Molte altre analisi indicano che anche altri PFAS si accumulano nelle nostre acque.

Figura 2



Fonte: Umweltprobenbank des Bundes

Figura 3



L'università di Atene esamina lontre e foche dell'Istituto sulla Ricerca della Fauna acquatica e Terrestre di Büsum (progetto EU LIFE APEX) e aquile di mare dalla coda bianca dell'Istituto Leibniz per la ricerca sulla fauna selvatica e in cattività.





## L'Artico

I PFAS vengono veicolati in aree remote come il Circolo Polare Artico dalle correnti marine ed aeree. I risultati più recenti del Programma di Monitoraggio e Valutazione dell'Artico (AMAP<sup>11</sup>) mostrano che i PFAS vengono rilevati in tutti i comparti ambientali dell'Artico, dall'acqua dolce all'acqua marina, dai ghiacciai all'aria, alla neve. Un ampio numero di PFAS è stato inoltre osservato negli organismi artici: sono stati rilevati PFAS in pesci, balene, uccelli, caribù e orsi polari, ma anche nel fitoplancton, nei licheni, nei muschi e nelle piante erbacee. Oltre ai PFAS che vengono utilizzati da molto tempo (come i PFOS), PFAS meno conosciuti vengono rilevati nell'Artico in misura crescente.

Le concentrazioni di questi nuovi PFAS si trovano già in un ordine di grandezza comparabile a quelle dei PFAS più conosciuti e dovrebbero essere esaminate accuratamente. Sono quindi necessarie misure efficaci e preventive per ridurre il rischio di un inquinamento da PFAS nei fragili ecosistemi artici. È urgente e necessaria una regolamentazione globale dei PFAS, ad esempio attraverso la Convenzione di Stoccolma<sup>12</sup> o l'Approccio Strategico alla Gestione delle Sostanze Chimiche a livello Internazionale (SAICM<sup>13</sup>). Allo stesso tempo, si dovrebbero includere ulteriori PFAS nei programmi di monitoraggio per garantire il successo di qualsiasi regolamentazione.

## Quanto sono contaminate le nostre falde acquifere?

In questo momento si stanno analizzando le falde acquifere di 15 stati federali (Länder) in specifiche occasioni, al fine di individuare PFAS. Queste indagini solitamente si concentrano su aree e siti di monitoraggio nei cui bacini idrografici si conosce o si può prevedere una contaminazione da PFAS. I PFAS sono stati rilevati in oltre il 70% dei siti di monitoraggio analizzati.

In relazione al rilevamento di PFAS in altri Stati membri dell'UE, risulta chiaro che alcuni PFAS si trovano nelle falde acquifere di tutta Europa, a volte in concentrazioni elevate. È pertanto necessario uniformare le normative europee sul monitoraggio e definire dei valori limite per la tutela delle acque sotterranee. Per una valutazione a livello europeo, sono stati combinati i dati di tutti gli Stati membri dell'UE (figura 4, pagina successiva). Le sostanze più comunemente individuate sono state l'acido fluorobutanoico (PFBA) e l'acido perfluoresansolfonico (PFHxS). La sostanza più frequentemente analizzata in Europa era l'acido perfluorottansolfonico (PFOS). PFOA e PFOS sono stati rilevati in tutti gli Stati membri partecipanti. È degno di nota che siano stati trovati in alcune falde acquifere anche composti precursori come il 6:2 diPAP (Diestere fluorotelomero fosfato) e l'H4 PFOS (Acido perfluorooottansolfonico). Le indagini mostrano che le soglie di significatività sono state in alcuni casi chiaramente superate in un numero rilevante di punti di misurazione, soprattutto per il PFOA, il PFOS e il PFHxA<sup>14</sup>.

## Quanto sono contaminati i nostri terreni?

In linea di principio, i PFAS possono essere rilevati a basse concentrazioni ovunque nei terreni. I PFAS possono penetrare nel suolo in quantità maggiori con le schiume antincendio. I suoli possono essere inquinati da fanghi di depurazione, compost contaminato e additivi per il suolo, così come per via aerea. I PFAS che raggiungono il terreno si spostano con le acque percolanti in strati più profondi, raggiungendo perciò anche le falde acquifere.

Questo può verificarsi molto lentamente quando i PFAS (ad esempio, i PFOA e i PFOS) nel suolo si legano a particelle. In tal caso, il trasferimento nelle acque sotterranee può richiedere anni o addirittura decenni. Altri PFAS, invece, sono mobili e si legano con difficoltà alle superfici. Tali PFAS si trasferiscono perciò più velocemente negli strati più profondi del suolo e raggiungono più rapidamente le falde acquifere. Questo significa che nella fase iniziale successiva all'evento dannoso, i composti mobili si trasferiscono nelle falde acquifere mentre composti come i PFOA vengono comunque individuati nel sottosuolo e nelle falde acquifere ma solo in un secondo momento. I terreni possono perciò agire come assorbitori o fonti di PFAS.

## Quanto è grave la contaminazione delle piante?

Alcuni PFAS possono anche entrare nella catena alimentare trasferendosi per assorbimento dal terreno alle piante, dove si accumulano. I PFAS possono essere assorbiti dalle piante anche quando le falde acquifere contaminate da PFAS vengono utilizzate per irrigare i terreni agricoli.

**In generale, i PFAS possono essere rilevati a basse concentrazioni in tutti i terreni.**

La valutazione degli attuali rapporti del Gruppo di Lavoro Governo Federale / Länder per la Protezione del Suolo<sup>15</sup> ha scoperto che alcuni PFAS si trovano principalmente nelle parti delle piante ricche d'acqua, come le foglie e i frutti. Altri PFAS si accumulano in radici e steli e possono quindi entrare nella catena alimentare, ad esempio con il consumo di tuberi.

Figura 4

**Quantità relative dei ritrovamenti di PFAS nelle acque sotterranee europee e numero dei punti di campionamento**

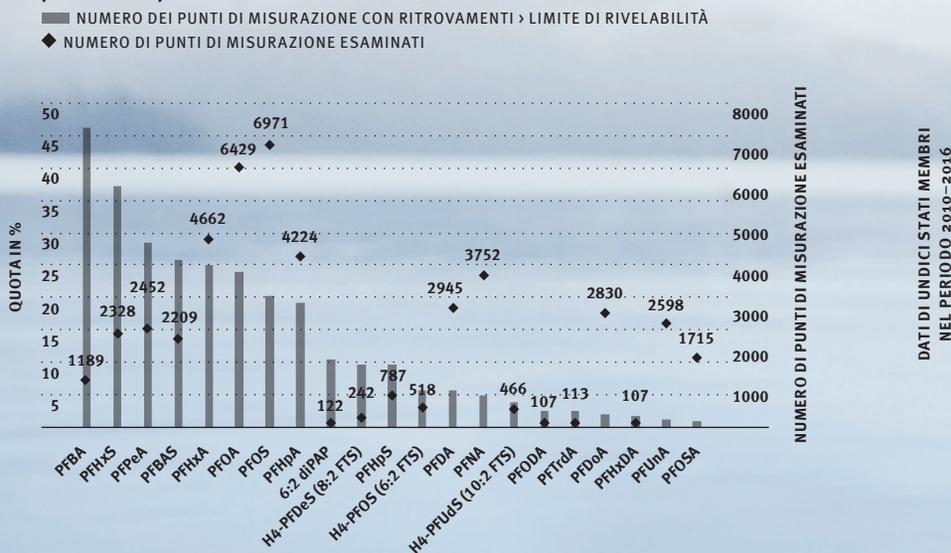


Figura 5

**Quantità relative dei ritrovamenti di PFAS nelle acque sotterranee tedesche e numero dei punti di campionamento**

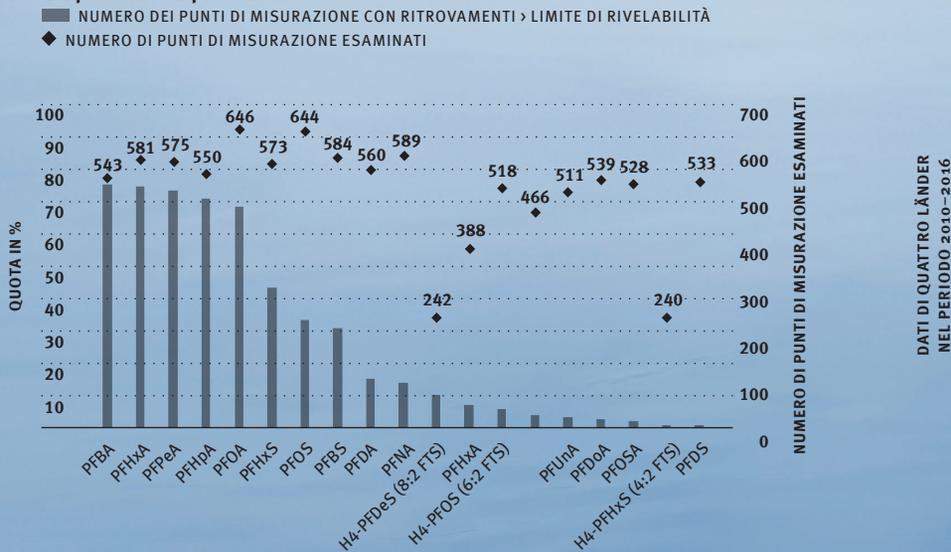
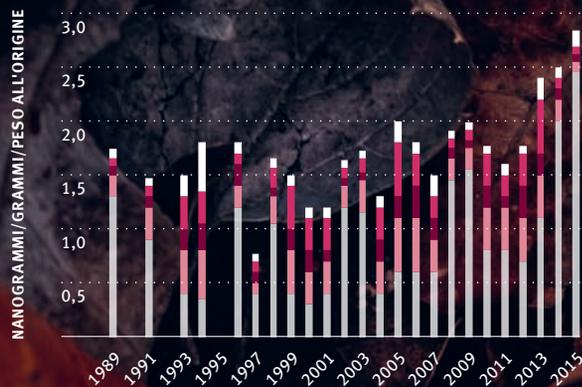


Figura 6

### Livelli di PFAS nel fogliame

■ PFBA ■ PFOA ■ PFNA ■ PFDA ■ PFOS

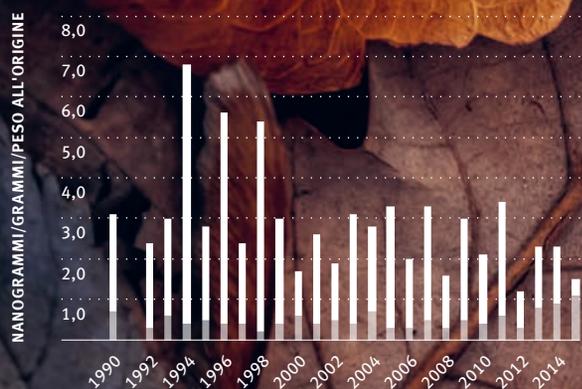


Fonte: Umweltprobenbank des Bundes

Figura 7

### Livelli di PFAS nei lombrichi

■ PFBA ■ PFOS



Fonte: Umweltprobenbank des Bundes

# I luoghi a rischio PFAS in Germania

I luoghi in cui sono state utilizzate schiume antincendio sono spesso considerati come siti sospetti di contaminazione da PFAS. Questi includono aree di addestramento antincendio, serbatoi per estinguere incendi, aeroporti militari, aeroporti e aree in cui sono stati spenti grandi incendi.

Anche (ex) impianti con bagni di cromatura galvanica possono essere contaminati da

PFAS. In aggiunta, la lavorazione tessile, la fabbricazione della carta come pure l'industria fotografica e cinematografica possono causare il rilascio di PFAS nei terreni e nelle falde acquifere attraverso aria di scarico e acque reflue. Anche i PFAS aerotrasportati possono contaminare i terreni (deposizione atmosferica). Questo è particolarmente rilevante vicino agli impianti chimici per la lavorazione del fluoro.

## AEROPORTO DI DÜSSELDORF

Le schiume estinguenti hanno contaminato terreni e falde acquifere. Le acque di falda sono arrivate fino al Reno.

## DISTRETTO DI HOCHSAUERLAND (ARNSBERG, BACINO IDRICO DI MÖHNE)

Contaminazione su larga scala a causa dell'impiego di un additivo per il suolo, che era dichiarato come miscela di rifiuti organici ma conteneva illegalmente fanghi di depurazione provenienti dall'industria cartaria.

## RASTATT

Contaminazione da PFAS di 700 ettari di terreni agricoli e delle falde acquifere. La ragione: **fanghi di cartiera contaminati da PFAS** mescolati insieme al compost sono stati utilizzati come fertilizzante nei terreni agricoli. La contaminazione è stata rilevata per la prima volta nell'acqua potabile ma la sua estensione è divenuta nota solo gradualmente. Il risultato: fontanelle di acqua potabile chiuse ed incremento delle spese per il trattamento dell'acqua potabile. I raccolti sono stati eliminati a causa della scoperta dei PFAS nelle colture.

## AEROPORTO MILITARE TEDESCO DI MANCHING

Le schiume estinguenti hanno contaminato le falde acquifere e un ruscello. Il risultato: nelle vicinanze dell'aeroporto, le falde acquifere e le acque superficiali non possono più essere utilizzate per l'irrigazione (dei terreni agricoli e dei giardini privati).

## PARCO CHIMICO DI GENDORF

Contaminazione dei suoli attraverso la deposizione atmosferica e successiva contaminazione del terreno e delle acque superficiali. Attraverso la **produzione di fluoropolimeri**, i PFOA si sono depositati per decenni nelle aree circostanti attraverso fumi di scarico e acque reflue.

## **I PFAS possono essere rimossi dall'ambiente?**

A causa della stabilità di queste sostanze è molto costoso bonificare i terreni e le falde acquifere dalla contaminazione da PFAS. Molti procedimenti che si utilizzano per altri inquinanti non funzionano per i PFAS.

Alcuni PFAS, come i PFOA e i PFOS, vengono adsorbiti dalle superfici (ovvero si legano ad esse) e per questa ragione possono essere rimossi dalle falde acquifere attraverso filtri a carboni attivi. Se nelle falde acquifere sono contenuti anche i PFAS mobili come ad esempio l'acido trifluoroacetico, la capacità di carico dei carboni attivi viene raggiunta molto più velocemente, per cui questi filtri devono essere sostituiti più frequentemente. Tuttavia, attualmente si stanno sviluppando delle promettenti metodologie che possono prolungare la durata di questi filtri a carboni attivi anche in presenza di PFAS mobili.

Sulla base delle conoscenze attuali, la completa rimozione dei PFAS dal suolo è possibile solamente per mezzo di un trattamento ad alte temperature, che dipende in particolar modo dal tempo di permanenza e dalla turbolenza nella camera di combustione. Tuttavia in questo modo il suolo perde la sua funzione biologica e può essere utilizzato solo come materiale di riempimento. I PFAS possono anche essere rimossi dal suolo mediante processi di lavaggio. Il terreno viene dapprima suddiviso in diverse frazioni a seconda della granulometria. I PFAS possono essere lavati via dalla frazione granulometrica grossolana e si ritrovano così nell'acqua di lavaggio, la quale deve quindi essere ulteriormente processata e incenerita insieme alle frazioni più fini, per le quali il processo di lisciviazione dei PFAS non è altrettanto efficace. La notevole riduzione di massa è vantaggiosa, in quanto riduce i costi di bonifica. Questo metodo è già in fase di sperimentazione in Germania.

I terreni contaminati dai PFAS possono essere depositati nelle discariche, ma questa soluzione può risultare problematica data l'inadeguata capacità delle discariche in Germania, perciò non può essere una soluzione a lungo termine. Per contenere la diffusione dei PFAS nel terreno

e nelle falde acquifere si stanno testando vari metodi per immobilizzare i PFAS, per esempio procedimenti che trattengono i PFAS all'interno del terreno o delle falde acquifere, così da impedirne la propagazione e l'ulteriore spostamento. Tuttavia, non è stato ancora dimostrato se questi metodi trattengano i PFAS nel terreno e nelle falde acquifere a lungo termine, poiché ad oggi c'è ancora poca esperienza di questi processi.

Le attuali tecnologie standard degli impianti di depurazione non possono rimuovere efficacemente i PFAS dalle acque trattate ed avrebbero bisogno di essere integrate con fasi procedurali analoghe a quelle del trattamento dell'acqua potabile, che tuttavia sono costose.

Secondo il Regolamento Europeo n. 1021/2019 sugli inquinanti organici persistenti, i processi di trattamento termico sono particolarmente adatti per il recupero o l'eliminazione dei rifiuti contenenti PFAS.

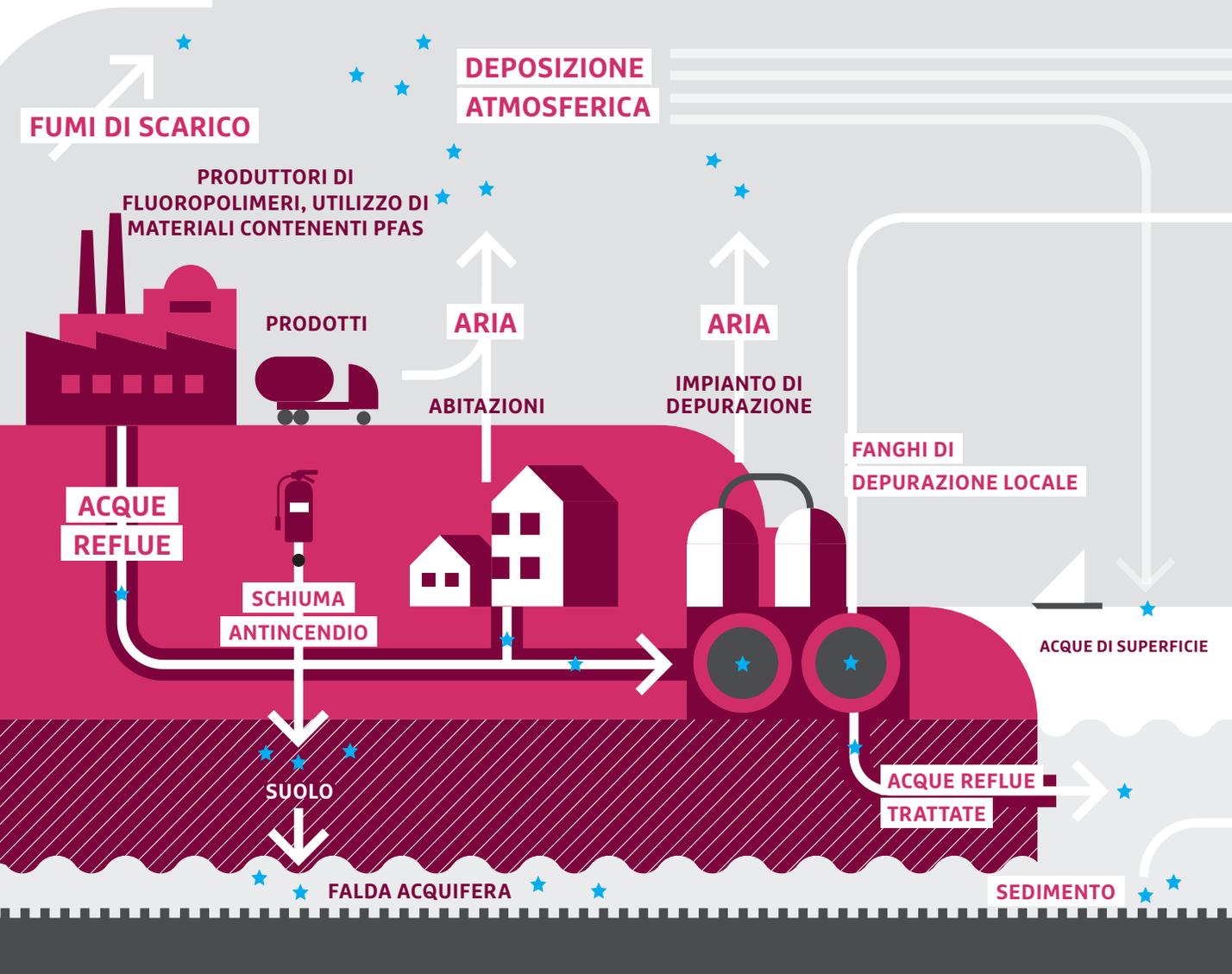
**Attualmente i PFAS possono essere completamente rimossi dal terreno solo con trattamenti ad alte temperature.**

La rimozione dei PFAS dall'acqua potabile richiede specifiche fasi procedurali che attualmente vengono applicate solo in pochi acquedotti. Processi di trattamento adeguati, ma costosi, includono l'assorbimento su carbone attivo, lo scambio ionico, la nanofiltrazione e l'osmosi inversa. <sup>[N.d.R. 4]</sup>

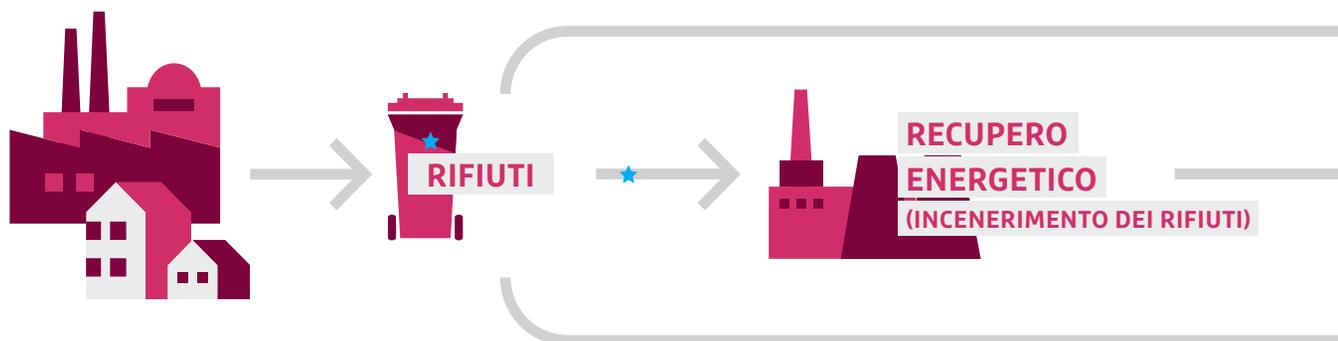
Le attuali conoscenze scientifiche indicano che nell'attività a lungo termine, solo l'osmosi inversa è in grado di rimuovere tutti i PFAS nella massima misura possibile. Nel settore dell'acqua potabile, si sta attualmente valutando e ottimizzando l'efficacia dei diversi processi.

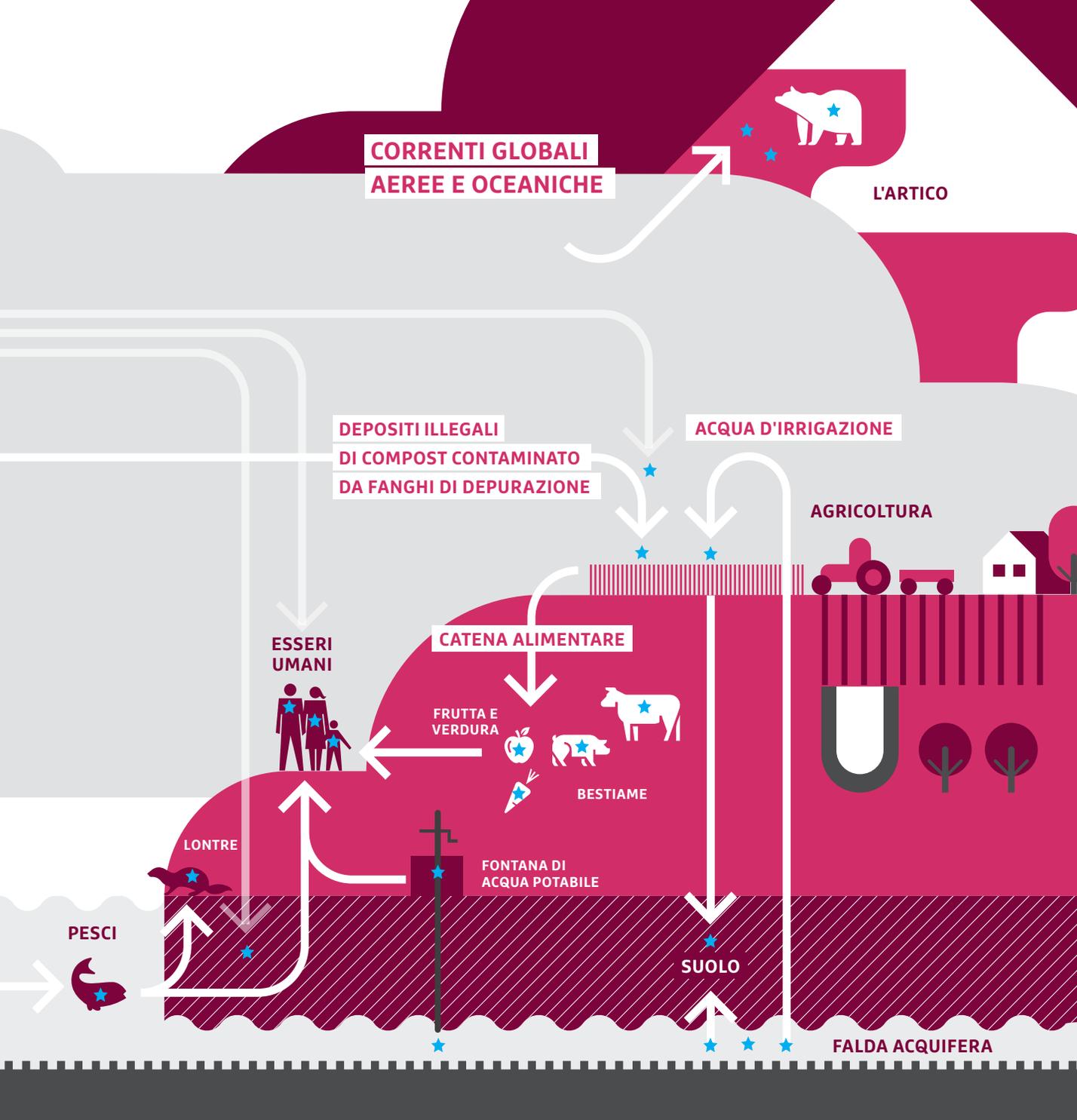
# Diffusione dei PFAS via aria, acqua e suolo

Percorsi di emissione noti ad oggi.  
Le quantità delle emissioni non sono quantificate.



## Percorsi dei PFAS nello smaltimento dei rifiuti





# Come sono stati regolamentati i PFAS fino ad oggi

Ai sensi del regolamento Europeo REACH<sup>17</sup> sulle sostanze chimiche, è possibile imporre restrizioni a livello europeo su produzione, immissione nel mercato, uso e importazione.

Alcuni PFAS sono già considerati dal REACH come Sostanze Estremamente Preoccupanti (SVHC<sup>18</sup>), dal momento che sono persistenti, si accumulano negli organismi e possono essere dannosi per l'uomo. Per le Sostanze Estremamente Preoccupanti ai sensi del regolamento REACH sono imposti particolari doveri di informazione e può presentarsi la necessità di ottenere un'autorizzazione, vale a dire che possono essere portati avanti solamente gli usi esplicitamente consentiti. Per esempio il PFOA è una delle Sostanze Estremamente Preoccupanti secondo il REACH. Inoltre, per alcuni PFAS (per esempio il PFOA, inclusi i composti precursori) ci sono già restrizioni per quanto riguarda la loro produzione e il loro uso; pertanto per il PFOA è vietata la produzione in Europa da luglio 2020. Si applicano valori rigorosamente restrittivi ai PFOA ed ai composti precursori utilizzati per i beni di consumo.

Un regolamento internazionale degli inquinanti organici persistenti è reso possibile dalla Convenzione di Stoccolma<sup>19</sup>. La comunità internazionale ha posto divieti sui PFOA, sui PFOS e sui composti precursori ad eccezione degli usi essenziali. Un altro rappresentante di questo gruppo di sostanze, l'acido perfluoroesansolfonico (PFHxS), dovrebbe seguire a breve.

L'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA) ritiene necessario un regolamento per l'intero gruppo di sostanze, in particolare tenendo conto del principio di precauzione, in quanto tutti i PFAS rimangono nell'ambiente per periodi di tempo molto lunghi. Pertanto l'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA) sta collaborando con altre autorità della Germania, dell'Olanda, della Danimarca, della Svezia e della Norvegia per sviluppare una proposta di restrizione a livello europeo, ai sensi del REACH, per questo gruppo di sostanze.



REGISTRATION  
EVALUATION  
AND  
AUTHORISATION  
OF  
CHEMICALS

## Cooperazione Internazionale

Le restrizioni proposte includeranno il divieto o limitazioni a tutti gli usi non essenziali per la società o per cui sono disponibili alternative.

Esistono alternative ai PFAS per quanto riguarda i rivestimenti idrorepellenti dei tessuti e le schiume antincendio usate nella maggior parte degli scenari d'incendio. I PFAS non dovrebbero più essere usati, tra le altre cose, nelle stoviglie monouso, nelle tovaglie usa e getta e nella biancheria per la casa, dal momento che questi usi non sono indispensabili.

Inoltre, alcuni PFAS sono classificati secondo i requisiti di classificazione ed etichettamento (Regolamento CLP<sup>20</sup>), grazie ai quali le proprietà dei materiali pericolosi sono identificate e rappresentate da pittogrammi di pericolo.

Oltre alle norme per le singole sostanze, si stanno definendo requisiti anche per i PFAS presenti nell'acqua potabile, nelle acque di superficie, nei terreni e nelle acque di scarico. Per esempio, nell'Ordinanza federale tedesca sulle acque reflue, l'uso dei PFAS è limitato a settori industriali specifici, come quello tessile e della manifattura cartaria, e nella galvanizzazione dei metalli.

I PFAS sono un problema di interesse mondiale per l'ampiezza dei loro ambiti d'impegno e per la loro persistenza. Per questo motivo, l'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA) da tempo coopera con partner internazionali. Esperti dal mondo della scienza e dell'industria ed autorità competenti condividono regolarmente le informazioni sui risultati delle nuove ricerche su queste sostanze (ad es. in merito alle proprietà estremamente preoccupanti, ai metodi di analisi o a soluzioni alternative) e aggiornamenti sulle normative. Oltre ad un gruppo di esperti a livello degli stati membri dell'UE, vale la pena citare qui, ad esempio, il OECD/UNEP Global PFAS Group<sup>21</sup> e il Global PFAS Science Panel<sup>22</sup>. L'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA) sostiene gli sforzi volti a stabilire una strategia europea per i PFAS che risulti convincente anche a livello globale. Un gruppo di scienziati internazionali, supportato anche dallo staff dell'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA), richiede divieti a livello globale su produzione e uso dei PFAS, nonché lo sviluppo di alternative ecologiche nelle "Dichiarazioni di Madrid<sup>23</sup> e di Zurigo<sup>24</sup>".

### Intervista

**Mr. Scheringer, con il film "Dark Waters" i PFAS sono arrivati anche nei cinema. Si tratta di una causa legale, iniziata negli Stati Uniti negli anni 2000, tra l'industria e i cittadini. Da allora ci sono stati vari divieti sui PFAS. Come vede la situazione attuale?**

È stato fatto un primo passo, il che è importante per le parti coinvolte, però il problema è molto più grande. Ad oggi solo specifici PFAS sono stati effettivamente vietati. Ci sono però circa 4000 PFAS probabilmente ancora in uso. Poiché non esiste un obbligo di etichettatura, nessuno ne conosce il numero esatto. Al momento stiamo lavorando ad un complesso progetto di ricerca per identificare in modo specifico ben 1500 PFAS e le loro applicazioni.

**Sarebbe opportuno secondo lei, in linea con l'approccio precauzionale, regolamentare gli agenti chimici solo in base alla loro persistenza?**

Sì, l'elevata persistenza di una sostanza è una buona ragione per regolamentare un agente chimico in modo che non possa essere rilasciato nell'ambiente. Avere un'alta persistenza vuol dire che una sostanza si degrada molto lentamente nell'ambiente. Questo è certamente il caso dei PFAS, che sono molto stabili chimicamente. Una sostanza non è mai solo persistente, ma a partire da determinate concentrazioni diventa anche dannosa e, se è persistente, si accumula nell'ambiente in concentrazioni sempre più alte, che ad un certo punto producono effetti dannosi.

A questo proposito non è necessariamente il principio di precauzione che porta alla regolamentazione delle sostanze persistenti. Sappiamo che le sostanze persistenti nell'ambiente hanno effetti nocivi, pertanto sarebbe una grave forma di negligenza fare diversamente e non regolarle.

**Possiamo noi come consumatori evitare le sostanze chimiche persistenti?**

In certi campi sì, per esempio nell'abbigliamento, dove si possono chiedere prodotti PFAS-free.

**Cosa vorrebbe trasmettere alle autorità, all'Unione Europea e all'industria per indicare loro la strada?**

La regolamentazione delle sostanze persistenti (e quindi soprattutto della classe di composti PFAS) dovrebbe essere notevolmente velocizzata.

Il professor Martin Scheringer si occupa già dai tempi del suo dottorato di ricerca del comportamento degli agenti chimici nell'ambiente. È professore aggiunto all'ETH di Zurigo e docente di chimica ambientale alla Masaryk University in Repubblica Ceca.

# Questi i valori stabiliti per i PFAS nell'uomo e nell'ambiente



## Acque superficiali

La Direttiva Quadro Europea sulle Acque (European Water Framework Directive<sup>25</sup>) definisce il PFOS come sostanza pericolosa prioritaria, dunque le Autorità sono obbligate a misurare i livelli di PFOS nelle acque di superficie. Pesci e cozze vengono analizzati per individuare la presenza di PFOS perché queste sostanze chimiche si accumulano negli organismi acquatici destinati al consumo umano. Lo standard di qualità ambientale per i PFOS è di 9,1 µg/kg di pesce/cozze. Per proteggere la salute umana questo valore non deve essere superato. In caso contrario, devono essere prese misure per abbassare i livelli di PFOS nei corpi idrici. Considerato che i PFAS causano problemi nei corpi idrici di diversi stati membri dell'UE, la Commissione Europea propone di analizzare in futuro le acque di superficie per la ricerca di ulteriori PFAS e di ridurre le immissioni.

Si stanno monitorando i livelli di PFOS anche nel Mare del Nord e in quello Baltico ai sensi della

Direttiva Quadro Europea sulla Strategia Marina (MSFD - European Marine Strategy Framework Directive<sup>26</sup>). Al fine di valutare il livello di inquinamento del Mar Baltico, nel criterio attuale di valutazione complessiva dello stato del Mar Baltico (State of the Baltic Sea – Holistic Assessment, 2018) definito dalla Convenzione di Helsinki (HELCOM) per la protezione del Mar Baltico, sono presenti anche le concentrazioni di PFOS nell'acqua e nel biota.

I PFOS sono anche classificati come “chemical for priority action” dalla Convenzione Oslo-Parigi per la tutela dell'ambiente marino dell'Atlantico nord orientale (OSPAR). Ci si aspetta che i PFOS nel biota siano inclusi come un indicatore in valutazioni future.

## Falde acquifere

Non ci sono attualmente dei valori limite per i PFAS nella valutazione dello stato chimico delle falde acquifere, né a livello europeo né

tedesco. Un gruppo di esperti ha proposto alla Commissione Europea dieci PFAS per i quali dovrebbero essere posti dei valori limite a livello europeo nella Direttiva Europea sulle Acque di Falda (2006/118/EC).

Due ulteriori PFAS dovranno essere inclusi nella lista di controllo delle acque di falda, dato che non ci sono ancora sufficienti risultati dal monitoraggio di queste sostanze negli Stati membri; ciò nonostante tali valori sono considerati rilevanti ai fini di una regolamentazione. In Germania, il Gruppo di Lavoro degli Stati Federali (Länder) e del Governo Federale per le problematiche dell'acqua (LAWA<sup>27</sup>) e quelle del suolo (LABO) ha ricavato valori limite di significatività per le acque di falda (GFS<sup>28</sup>) (figura 8). I valori del GFS specificano una concentrazione per le acque di falda entro la quale non si verificano effetti negativi rilevanti per l'uomo e per l'ambiente. Tuttavia, l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA<sup>29</sup>) sta rivalutando l'attuale stato di conoscenza dei rischi per la salute causati da questi PFAS. Si prevede quindi che in futuro i valori di GFS dovranno essere adeguati sulla base delle valutazioni dell'EFSA.

## Terreni

Le interazioni suolo-pianta e suolo-acque di falda sono particolarmente rilevanti per la protezione del suolo.

Nell'ultima bozza della Legge federale tedesca sulla Protezione del Suolo sono stati inclusi sette valori GFS per i PFAS come valori di test per l'interazione suolo-acque di falda.

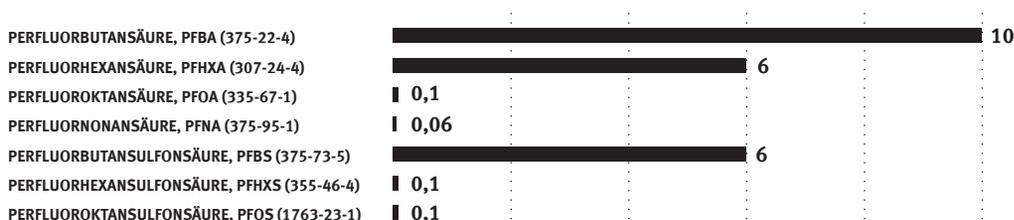
Se questi valori sono stati raggiunti o superati, si dovranno esaminare i singoli casi e, se necessario, adottare le conseguenti misure. Secondo l'ordinanza di smaltimento liquami e l'ordinanza sui fertilizzanti<sup>30</sup>, i fanghi di depurazione e i fertilizzanti usati in agricoltura devono essere testati per PFOA e PFOS. Tuttavia, nei fanghi di depurazione possono essere rilevanti anche altri PFAS. Non è chiaro se i livelli consentiti di PFOA e PFOS nei fanghi di depurazione e nei fertilizzanti possano essere la causa del superamento delle soglie di significatività nelle acque di falda. Si rende pertanto necessaria un'urgente armonizzazione dei diversi settori legislativi.



Figura 8

### Soglie di significatività dei valori di PFAS secondo il LAWA nel 2017

NUMERO (NUMERO CAS) ■ VALORI GFS (µg/l)



Non esistono al momento delle regole o raccomandazioni nazionali uniformi per la valutazione della contaminazione da PFAS nel suolo o per il trattamento di tali casi. Sono tuttavia in fase di preparazione. Sul sito web dell'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA) è disponibile una procedura consigliata per trattare i suoli o le falde acquifere contaminate da PFAS.

Per i PFAS, non esistono al momento dei limiti per gli alimenti e per i mangimi, motivo per cui la Germania ne sostiene l'istituzione a livello europeo. Gli esatti processi di assorbimento - ovvero quali PFAS sono assorbiti dalle diverse piante e in che quantità - sono ancora relativamente sconosciuti. Le autorità dei singoli Länder e l'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente hanno perciò avviato progetti di ricerca per consentire agli scienziati di chiarire come i PFAS si trasferiscono dal terreno alle piante. Nelle aree del Baden Württemberg, note per avere terreni agricoli contaminati da PFAS, è stato introdotto un monitoraggio pre-raccolto, per impedire che i prodotti con grandi concentrazioni di PFAS raggiungano il mercato o vengano utilizzati come mangimi per animali.

## Fanghi di depurazione

Dal 2015 i fanghi di depurazione utilizzati in agricoltura devono sottostare ai requisiti dell'Ordinanza sui fertilizzanti "DüMV"<sup>31</sup> e non possono superare, nella sostanza secca, una concentrazione di PFAS di 100µg/Kg (somma di PFOA e PFOS), altrimenti devono essere sottoposti ad un trattamento termico (solitamente inceneriti come rifiuti). I fanghi di depurazione contengono inoltre altri PFAS che dovrebbero essere analizzati in futuro, soprattutto i PFAS che risultano rilevanti nel processo di assorbimento da parte di piante ed acque sotterranee.

## Acqua potabile

Sulla base dei primi rinvenimenti, nel 2006, di PFAS e PFOS nell'acqua potabile del bacino idrico Möhne della Renania settentrionale, la Commissione per l'Acqua Potabile ha stabilito - sempre nel 2006 - per entrambe le sostanze dei valori-guida tollerabili per la salute umana. Dal 2016 esistono valori massimi di sicurezza sanitaria (valori-guida e valori di attenzione basati sulla salute) per 13 tipologie di PFAS: ad esempio il valore-guida per PFOA e PFOS è 0,1 µg/l. Questo limite era basato su una dose

tollerabile di 0,03 µg al giorno per kg di peso corporeo per entrambe le sostanze.

Recenti valutazioni da parte dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) suggeriscono che questi valori potrebbero essere troppo alti.

Per questa ragione, già nel dicembre 2019 l'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (UBA), in collaborazione con il Ministero federale della Salute, ha già ridotto i valori di azione di PFOA/PFOS per gruppi di popolazione particolarmente sensibili, quali donne incinte, madri che allattano, neonati e bambini, stabilendo come misura precauzionale il limite di 0,05 µg/l di PFOA e PFOS.

Attualmente non esiste alcun obbligo di misurare i PFAS nell'acqua potabile in Germania. Tuttavia, le misurazioni volontarie effettuate sino ad ora mostrano che, a parte le regioni particolarmente colpite come i distretti di Altötting e Rastatt, le concentrazioni di PFAS nell'acqua potabile sono inferiori o uguali a 0,01 µg/l, ovvero al di sotto dei valori di azione.

## In futuro i fornitori di acqua nell'Unione Europea saranno quindi obbligati a misurare i PFAS nell'acqua potabile.

Si prevede che la Direttiva Europea sull'Acqua Potabile, che dovrebbe essere adottata nel 2020<sup>32</sup>, definirà due requisiti minimi per i PFAS: il limite di 0,5 µg/l per i „PFAS totali“, ovvero tutte le sostanze perfluoroalchiliche e polifluoroalchiliche, e il limite di 0,1 µg/l per la „somma dei PFAS“, riferita a 20 specifiche sostanze particolarmente rilevanti.

## I PFAS e la salute umana

Per la valutazione sanitaria della contaminazione corporea, la Commissione per il Biomonitoraggio umano dell'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente (Commissione HBM) ha definito dei valori basati su valutazioni di tipo tossicologico ed epidemiologico (chiamati valori HBM I e HBM II).

Se il livello di HBM I nel sangue umano non viene superato, non ci si attendono danni alla salute.



I valori sono 2 ng di PFOA e 5 ng di PFOS per ml di plasma sanguigno o siero.

Se il valore HBM II viene superato, è possibile in linea di principio un danno potenzialmente rilevante alla salute delle persone colpite, ma può non verificarsi necessariamente per tutti, dato che sono molti i fattori individuali a giocare un ruolo

Sono stati stabiliti i seguenti valori di HBM II: per le donne in età fertile: 5 ng di PFOA e 10 ng di PFOS per ogni ml di plasma sanguigno; per i restanti gruppi di popolazione, 10 ng di PFOA e 20 ng di PFOS per ml di plasma sanguigno.

Concentrazioni superiori al valore HBM I ma inferiori al valore HBM II indicano un'esposizione per la quale le attuali conoscenze non possono più escludere effetti con sufficiente certezza.

Entrambi i valori di HBM I e HBM II si basano su una valutazione del rischio demografico, inteso come rischio per i singoli gruppi di popolazione riguardo a, per esempio, tossicità evolutiva e ridotto peso alla nascita, ridotta fertilità, ridotta formazione di anticorpi (sistema immunitario),

aumento delle concentrazioni di LDL<sup>33</sup> e di colesterolo totale come pure del diabete mellito di tipo II. Quando si valuta il rischio individuale, devono essere sempre inclusi nella valutazione altri fattori come l'età, lo stile di vita, la predisposizione genetica e familiare, ecc.

Nell'ultima Indagine Ambientale tedesca sulla Salute dei Bambini e degli Adolescenti (GerES V), il 21,1% dei bambini ha superato il valore HBM I di 2 ng/ml di plasma sanguigno per i PFOA, mentre il 7,3% ha superato il valore HBM I di 5 ng/ml per i PFOS.

Il valore HBM II per i PFOA non è stato superato, mentre il valore HBM II per i PFOS è stato superato dallo 0,17% dei soggetti esaminati\*. L'analisi dei campioni di sangue della Umweltprobenbank des Bundes prelevati da giovani adulti non ha mostrato nel 2019 alcun superamento dei valori HBM II, né per i PFOA né per i PFOS.

---

\* Le percentuali hanno tenuto in considerazione i criteri di inclusione e esclusione ed il peso statistico nella valutazione dei dati.



## LIMITARE GLI USI NON ESSENZIALI DEI PFAS IN BASE AL REACH

La restrizione pianificata di tutti gli usi non necessari per tutto il gruppo di sostanze ai sensi del REACH è un importante traguardo e dovrebbe essere supportato da tutti i soggetti interessati. Esempi di usi non essenziali includono l'utilizzo di tessuti per uso domestico o di stoviglie monouso. Questi utilizzi sono non necessari oppure possono essere sostituiti con alternative che hanno la stessa funzione.



## MIGLIORARE L'ANALISI E IL MONITORAGGIO

Sono necessari processi analitici standardizzati per misurare il contenuto di PFAS nei prodotti industriali, negli alimenti e nelle matrici ambientali, anche al fine di monitorare il successo delle misure di regolamentazione. Per la maggior parte dei PFAS, tuttavia, questi metodi devono ancora essere sviluppati. Inoltre, serve un monitoraggio a livello europeo dei PFAS nelle acque superficiali, nelle acque sotterranee, nel suolo e negli alimenti. Nondimeno, il monitoraggio dovrebbe essere esteso anche nelle convenzioni internazionali sulla protezione del mare come OSPAR e HELCOM.

# Così possiamo proteggere le persone e la natura dai PFAS anche in futuro

La sfida più difficile per proteggere persone e ambiente dai PFAS è rappresentata non solo dalla loro persistenza, ma anche dal fatto che sono molto numerosi. Per questa ragione, l'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente si è impegnata a prendere in considerazione - in tutte le misure volte a proteggere le persone e l'ambiente - non solo i PFAS già ben studiati, come i PFOA ed i PFOS. Si deve sempre tenere a mente che i valori disponibili spesso rappresentano solo la punta dell'iceberg. L'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente propone, soprattutto per motivi precauzionali, una serie di azioni:



### FISSARE DEI VALORI LIMITE VINCOLANTI E GARANTIRNE IL RISPETTO

Le lacune esistenti nei valori limite per i PFAS, ad esempio nel cibo, nei mangimi, nel suolo e nelle falde acquifere, dovrebbero essere colmate prima possibile. A livello nazionale, i contenuti di PFAS tollerabili nell'Ordinanza federale per la Protezione del Suolo, nell'Ordinanza sui Detriti fognari e nell'Ordinanza sui Fertilizzanti devono essere concepiti in modo tale che non vi siano rischi per le risorse idriche sotterranee, le colture, gli allevamenti o per gli esseri umani. La definizione dei valori limite si basa sulle banche dati esistenti; contemporaneamente, è necessario migliorare la conoscenza degli effetti dei PFAS sull'ambiente e sulla salute umana.



### PIÙ RICERCHE SU BONIFICHE E DECONTAMINAZIONI

Per rimuovere i PFAS dalle matrici ambientali e quindi evitare il loro trasferimento a cibo e mangimi, sono necessarie ulteriori ricerche sulla bonifica del suolo e dell'acqua e sul trattamento dell'acqua grezza. Deve essere analizzato il contenuto di PFAS nei rifiuti. Per ciò che riguarda i rifiuti che contengono una quantità di PFAS particolarmente elevata, potrebbero essere necessarie nuove modalità di smaltimento. Si devono inoltre mettere in discussione alcuni aspetti della gestione del ciclo dei rifiuti (ad esempio, l'utilizzo di fanghi di depurazione nei terreni agricoli), in modo da riuscire a separare i PFAS ed evitarne l'accumulo.



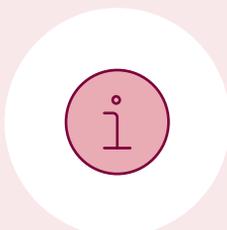
### SVILUPPARE ALTERNATIVE

Attualmente, in alcuni settori i PFAS sono essenziali e non esistono sostituti. Nel caso degli indumenti protettivi da lavoro (ad esempio, per i vigili del fuoco), i vantaggi dei rivestimenti a base di PFAS superano nettamente gli svantaggi. Tuttavia, ciò non significa che non si debbano cercare sostanze o procedure alternative. In molti casi, le sostanze non alogenate possono sostituire i refrigeranti alogenati e gli agenti schiumogeni (F-gas). A questo scopo, la Direttiva sulla Refrigerazione e il Condizionamento d'aria emanata dal Governo federale tedesco, per esempio, sostiene con incentivi gli operatori che vogliono passare a refrigeranti naturali quali ammoniaca, CO<sub>2</sub>, o idrocarburi. Anche per la climatizzazione dei veicoli sono stati introdotti sul mercato i primi sistemi che utilizzano l'anidride carbonica.



### PENSARE GLOBALMENTE

Tutte le azioni devono tenere conto del contesto globale, poiché le correnti aeree e oceaniche distribuiscono i PFAS globalmente. Deve essere impedita la possibilità di esternalizzare la produzione e l'uso di PFAS in paesi fuori dall'UE a favore di una moratoria internazionale dei PFAS. In futuro il contenuto tollerabile di queste sostanze nel suolo e nelle falde acquifere dovrà inoltre essere uniforme in tutta Europa per garantire alimenti sicuri sul mercato interno europeo.



### INFORMAZIONI PER LE CITTADINE E I CITTADINI

I consumatori hanno bisogno di maggiori occasioni e informazioni per evitare prodotti contenenti PFAS, ad esempio per mezzo di certificazioni come la Blauer Engel. Finora ci sono poche possibilità di evitare i PFAS. Per quanto riguarda l'abbigliamento come le giacche da outdoor, ci sono già alcuni prodotti efficacemente pubblicizzati. Invece di una padella antiaderente, funziona anche una padella di ferro o una padella smaltata - quest'ultime sono ancora più durature perché sono antigraffio. Per ciò che riguarda le stoviglie riutilizzabili, quelle in vetro o in porcellana sono sicuramente migliori per l'ambiente rispetto ai bicchieri di carta usa e getta rivestiti. Anche nel caso degli agenti impregnanti, si possono utilizzare grassi naturali e cere al posto di spray a base di PFAS. Per quanto riguarda i tappeti si può fare affidamento sulle proprietà naturali antimacchia della lana, invece di utilizzare rivestimenti a base di PFAS.

L'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente offre ulteriori informazioni sul proprio sito web, ad esempio un'introduzione per i consumatori, il PFC Planet: [www.umweltbundesamt.de/pfc-planet](http://www.umweltbundesamt.de/pfc-planet)





# L'Agenzia federale tedesca per l'Ambiente



## Note di Traduzione

A cura degli studenti della classe 4CTE

- 1** Il PTFE è comunemente conosciuto con i nomi commerciali dei prodotti in cui è contenuto, ad es. Teflon e Fluon.
- 2** UBA - Umweltbundesamt, <https://www.umweltbundesamt.de/en>
- 3** Global Organic Textile Standard, <https://global-standard.org/>
- 4** <https://www.blauer-engel.de/en>
- 5** Emanata dal Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (Ministero federale tedesco della Giustizia e della Tutela del consumatore), <https://www.bmjv.de/>
- 6** <https://www.efsa.europa.eu/it>
- 7** [https://www.bvl.bund.de/EN/Home/home\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/EN/Home/home_node.html)
- 8** Sud-ovest della Germania
- 9** German Environmental Survey, GerES 2014-2017 | Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/german-environmental-surveys/german-environmental-survey-2014-2017-geres-v#undefined>
- 10** Banca federale tedesca dei Campioni ambientali
- 11** <https://www.amap.no>
- 12** <http://www.salute.gov.it/>
- 13** <https://www.saicm.org/>
- 14** Acido perfluoroesanoico
- 15** LABO - Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
- 16** La “funzione pozzo” descrive la capacità di un ambiente di assorbire e rendere innocui i rifiuti e l'inquinamento. Quando la produzione di rifiuti supera il limite della “funzione pozzo” si verifica un danno a lungo termine.
- 17** REACH è acronimo inglese di Registrazione Valutazione Autorizzazione delle sostanze chimiche. Il sistema REACH ha origine dal Regolamento (CE) n. 1907 del 18 dicembre 2006.
- 18** Con l'acronimo SVHC (Substances of Very High Concern) si indicano quelle sostanze che potrebbero avere effetti gravi e irreversibili sulla salute umana e sull'ambiente. L'art. 57 del regolamento REACH definisce come SVHC le sostanze riconosciute come cancerogene, mutagene, tossiche per la riproduzione (CMR), oppure come persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT), oppure come molto persistenti, molto bioaccumulabili (vPvB) o come sostanze con proprietà di interferenti endocrini [fonte: <https://www.reach.gov.it/svhc>]
- 19** La Convenzione di Stoccolma sugli inquinanti organici persistenti (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants) si prefigge di ridurre al minimo le emissioni globali di queste sostanze nell'ambiente. La Convenzione è stata ratificata dalla Svizzera il 30 luglio 2003 ed è entrata in vigore il 17 maggio 2004.
- 20** Regolamento Europeo per la Classificazione, Etichettatura e Imballaggio delle Sostanze e delle Miscele: Classification, Labelling and Packaging Regulation (CE) n. 1272/2008 [https://osha.europa.eu/it/themes/dangerous-substances/clp-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures#:~:text=Il%20regolamento%20CLP%20\(CE\)%20n,in%20merito%20a%20tali%20pericoli](https://osha.europa.eu/it/themes/dangerous-substances/clp-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures#:~:text=Il%20regolamento%20CLP%20(CE)%20n,in%20merito%20a%20tali%20pericoli)
- 21** <https://www.oecd.org/chemicalsafety/portal-perfluorinated-chemicals/>
- 22** <https://www.pfasciencepanel.org/>
- 23** <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.1509934>
- 24** <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/EHP4158>
- 25** <https://www.minambiente.it/direttive/direttive-acque>
- 26** [https://ec.europa.eu/environment/marine/eucoast-and-marine-policy/marine-strategy-frameworkdirective/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/marine/eucoast-and-marine-policy/marine-strategy-frameworkdirective/index_en.htm)
- 27** Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
- 28** sistema di previsione globale
- 29** European Food Safety Authority
- 30** legislazione tedesca
- 31** Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln - Ordinanza sull'immissione nel mercato di fertilizzanti
- 32** la direttiva è stata adottata il 16 dicembre 2020
- 33** Lipoproteine a bassa densità

**N.d.R. 1**

Questa affermazione non è dimostrata, come suggerisce il caso della Norlite (New York): Sharon Lerner, The Intercept, 28 aprile 2020, <https://theintercept.com/2020/04/28/toxic-pfas-afff-upstate-new-york/>

**N.d.R. 2**

Uno studio di Greenpeace Italia del marzo 2017 afferma invece che “il 6:2 FTS è una sostanza pericolosa e sospettata per essere persistente e bioaccumulabile” e “può trasformarsi abbastanza velocemente in PFAS a catena più corta”: <https://www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2018/11/1b9bce9b-1b9bce9b-pfas-in-veneto.pdf>

**N.d.R. 3**

Il riferimento ai “PFAS importanti” è fuorviante: il titolo si riferisce in realtà ai PFAS storici più conosciuti, come PFOA e PFOS

**N.d.R. 4**

Queste misure abbattono gran parte dei PFAS, ma non li eliminano del tutto.

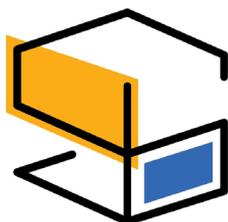
Traduzione italiana a cura dell'**Istituto di Istruzione Superiore "Boscardin" di Vicenza**, realizzata nell'ambito dei Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento dalla classe 4CTE - indirizzo Biotecnologie sanitarie - a.s. 2020-21.

Maddalena Barbieri, Enrico Bassetto, Kevin Basso, Giacomo Bernardini, Luca Brogliato, Laura Bruni, Alessia Capraro, Nicole Clementi, Marianna Cracco, Giada Cunico, Giovanna Pia Fabris, Susanna Fanucchi, Elena Favaglioni, Gift Fontana, Laura Giordani, Tommaso Gison, Blessing Wewura Keliou, Alberto La Monica, Sara Marchetto, Ruben Montagna, Elena Morbin, Marialice Muraro, Aurora Pasqualon, Alice Pivetta, Doina Popescu, Francesca Lucia Riato, Luca Sanson, Marco Tecchio, Tommaso Turturro.

Coordinamento e supervisione: Stefania Romio e Stefano Mano.

Consulenza: **Pfas.land**, organo di informazione dei gruppi-comitati-associazioni che lottano contro la contaminazione da PFAS nel Veneto centrale.

Si ringrazia Annita Pivetta per l'impaginazione.



I.I.S. BOSCARDIN - Vicenza

<https://www.boscardin.edu.it/>



<https://pfas.land/>

---

## Informazioni editoriali

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
info@umweltbundesamt.de  
www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de  
 /umweltbundesamt

Stand: Juni 2020

**Redaktion:** Felix Poetschke

**Gestaltung:** Studio GOOD, Berlin  
www.studio-good.de

**Druck:** Bonitasprint GmbH, Würzburg  
gedruckt nach Kriterien des Blauen  
Engel

**Broschüren bestellen:**

Umweltbundesamt  
Service-Telefon: 0340 2103-6688  
Service-Fax: 0340 2104-6688  
uba@broschuerenversand.de  
www.umweltbundesamt.de

**Bildnachweis/Copyright:**

Titel, S.4/5, 6/7, 8, 10/11:  
romingo.de | Romy Geßner,  
S. 3: Umweltbundesamt /  
Susanne Kambor  
S. 4, 14/15: AC Almelor on Unsplash  
S. 16, 46: Markus Spiske on Unsplash  
S.17: Laura Mitulla on Unsplash  
S.19: Sergio Souza on Unsplash  
S. 20: S&B Vonlanthen on Unsplash  
S. 22. Lucas Sankey on Unsplash  
S. 23: Omid Armin on Unsplash  
S. 30: Peter B on Unsplash

S. 31: Happy\_Nati / Shutterstock  
S. 4, 33: Manki Kim on Unsplash  
S. 36/37: Umweltbundesamt /  
Martin Stallmann  
S. 42: Alin Luna on Unsplash  
S. 44: Gonz DDL on Unsplash  
S. 46: iStock  
S. 47: Morning Brew on Unsplash



**Publikationen als PDF:**

[https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/WHAT\\_MATTERS-1-2020-PFAS](https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/WHAT_MATTERS-1-2020-PFAS)

Dieses Publikation ist kostenfrei zu beziehen beim Umweltbundesamt. Der Weiterverkauf ist untersagt. Bei Zuwiderhandlung wird eine Schutzgebühr von 15 Euro/Stück erhoben.



[www.blauer-engel.de/uz195](http://www.blauer-engel.de/uz195)

- ressourcenschonend und umweltfreundlich hergestellt
- emissionsarm gedruckt
- überwiegend aus Altpapier

**TX2**

Dieses Druckerzeugnis ist mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.