

# Langlebige organische Schadstoffe

## Zusammenfassung

Langlebige organische Schadstoffe (persistent organic pollutants – POP) sind hochgiftige chemische Verbindungen, die aufgrund ihrer Eigenschaften extrem stabil sind. Sie werden daher in der Umwelt nur sehr langsam oder oft gar nicht abgebaut. Da in vielen wirtschaftlichen Prozessen POP freigesetzt werden, reichern sie sich im Verlauf der Zeit in der Umwelt an und werden über verschiedene Ferntransportmechanismen in Luft und Wasser weltweit verteilt. Diese gesundheitsschädigenden Schadstoffe reichern sich über die Nahrungskette auch in Menschen und Tieren an, und können akute Vergiftungen hervorrufen, bzw. langfristig beispielsweise Krebs auslösen oder reproduktionsschädigend wirken. Die schädigende Wirkung kann damit zeitlich sehr weit vom Herstellungs- und Verwendungszeitpunkt entfernt liegen. 2001 wurden zwölf Stoffe bzw. Stoffgruppen international eingeschränkt bzw. verboten, heute sind es etwa dreißig. Weitere stehen zur Aufnahme in das Verbot zur Diskussion. Allerdings wurden auch Ausnahmen für schwer ersetzbare Stoffe definiert. Viele Schadstoffe sind höchstwahrscheinlich auch noch nicht bekannt. Einige POP stehen im Zusammenhang mit Treib- und Kältemitteln. Zwar wurden in den letzten Jahrzehnten die hochproblematischen FCKWs durch alternative Treib-/Kühlmittel ersetzt, diese scheinen jedoch ihrerseits Umweltprobleme zu verursachen: bei ihrer Zersetzung entstehen langlebige organische Schadstoffe, die Wasser und Luft verschmutzen.

## Überblick zum Thema

Generell können zwei verschiedenen Gruppen von POP unterschieden werden: zu kommerziellen Zwecken künstlich hergestellte wie Pestizide oder Flammschutzmittel, sowie unbeabsichtigt in Verbrennungsprozessen entstehende POP. Als langlebig gelten Stoffe deren Halbwertszeit, z. B. im Boden, über sechs Monaten liegt, sie können aber teilweise Jahrhunderte in der Umwelt verbleiben.

Einmal in die Umwelt ausgebracht, bleibt die Verbreitung von POP nicht auf den Ort der Entstehung/Ausbringung begrenzt. Sie können gasförmig und auch als Partikel gebunden vorkommen. Globale Ferntransportmechanismen wie Meeres-, bzw. Luftströmungen und wandernde Lebewesen verteilen die Chemikalien weltweit, ähnlich wie bei [Mikroplastik](#). Zwar findet so vorerst ein Verdünnungseffekt statt, durch die extreme Langlebigkeit der Chemikalien reichern sie sich aber auch an Orten an, an denen eigentlich keine POP ausgebracht werden. Der Klimawandel scheint diese Prozesse noch anzutreiben (Borgå et al. 2022). So haben sich POP etwa auch an den Polen oder den höchsten Gebirgsgipfeln abgelagert.

*Luft- und  
Meeresströmungen  
verteilen POP weltweit*

|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Anreicherung in tierischem Gewebe</i>                              | POP sind fettlöslich und lagern sich daher im Fettgewebe von Tieren und Menschen ab. Generell gilt, dass je höher ein Tier in der Nahrungskette steht, desto höher ist auch die Anreicherung mit Schadstoffen, da auf jeder höheren Stufe sukzessive mehr POP mit der Nahrung aufgenommen und abgelagert werden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>Vielzahl von Krankheiten mit POP assoziiert</i>                    | Unter chronischer Exposition können POP bereits bei geringen Konzentrationen gesundheitliche Schäden hervorrufen. Zu den verschiedenen Krankheiten, die von POP beim Menschen begünstigt oder auf sie zurückzuführen sind, gehören Diabetes, Fettleibigkeit, endokrine Störungen, Krebs, Herz-Kreislauf- und Fortpflanzungsprobleme (Alharbi et al. 2018). Sie verursachen aber auch Umweltschäden wie Biodiversitätsverlust. Die weltweit am stärksten kontaminierten Wasserressourcen mit den höchsten Risiken für Bevölkerung und Umwelt befinden sich in Südafrika, Indien, Türkei, Pakistan, Kanada, Hongkong und China. Das in der EU schon lange verbotene Pestizid DDT kommt hier anteilig in der höchsten Konzentration vor (Vasseghian et al. 2021). |
| <i>Internationales Völkerrecht schränkt POP ein</i>                   | 2001 wurden erstmals im Rahmen der Stockholmer Konvention <sup>1</sup> und des Genfer Abkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung <sup>2</sup> Herstellung und Gebrauch von 12 Stoffen (das dreckige Dutzend) völkerrechtlich eingeschränkt bzw. verboten. Weltweit haben 181 Länder die Stockholmer Konvention ratifiziert, aber auch einige nicht wie z. B. die USA oder Italien. Umgesetzt wird die Konvention in der EU-POP-Verordnung (EU 2019/1021) seit 2004, welche heute Herstellung, Inverkehrbringen, Verwendung und Freisetzung und Entsorgung von 28 Stoffen und Stoffklassen regelt.                                                                                                                                      |
| <i>Umsetzung durch EU-Verordnung</i>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <i>Pestizide, Industriechemikalien, Nebenprodukte von Verbrennung</i> | Zu den ersten verbotenen Stoffen gehören vor allem hochgiftige Pestizide (Aldrin, Chlordan, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphen), chlorhaltige Dioxine und Furane, die als Nebenprodukte in thermischen Prozessen entstehen (PCDD/PCDF), sowie Industriechemikalien wie Hexachlorobenzene und polychlorierte Biphenyle (PCB).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <i>Ausnahmen weiter erlaubt, andere von Regelung nicht erfasst</i>    | Einige weitere stehen zur Diskussion, werden aber teilweise in so hohen Mengen produziert, dass ein schnelles Ersetzen – aus Sicht der Industrie – schwer möglich erscheint. Deshalb wurden politisch einerseits befristete Ausnahmen gewährt und andererseits unbefristet akzeptierte Anwendungen definiert. Die Aufnahme neuer Substanzen in die Stockholmer Konvention ist ein langwieriger Prozess bei dem auch viele unterschiedliche Interessen aufeinanderprallen <sup>3</sup> . Bei der extremen Vielfalt chemischer Verbindungen, die in industriellen Prozessen hergestellt werden und als Nebenprodukte entstehen, ist es auch wahrscheinlich, dass etliche toxische Stoffe noch gar nicht bekannt sind.                                            |
| <i>Viele Stoffe unbekannt</i>                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

<sup>1</sup> [pops.int/TheConvention/ThePOPs/ChemicalsProposedforListing/tabid/2510/Default.aspx](https://pops.int/TheConvention/ThePOPs/ChemicalsProposedforListing/tabid/2510/Default.aspx).

<sup>2</sup> [unece.org/environment-policy/air/protocol-persistent-organic-pollutants-pops](https://unece.org/environment-policy/air/protocol-persistent-organic-pollutants-pops), gilt derzeit in 51 Staaten.

<sup>3</sup> [echa.europa.eu/de/proposals-for-new-pops](https://echa.europa.eu/de/proposals-for-new-pops).

In den letzten Jahrzehnten wurden weitreichende Anstrengungen unternommen, um die Verwendung von Fluorkohlenwasserstoffen (FKW) in Klimaanlage, Kühlschränken und anderen Kühlsystemen zu reduzieren, da sie zur globalen Erwärmung beitragen. Vollhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) wurden aufgrund ihrer schädigenden Wirkung auf die Ozonschicht verboten und durch teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW) ersetzt. Diese wurden in den 1990er Jahren durch teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) ersetzt, welche wegen ihres hohen Treibhauspotentials nun schrittweise vom Markt genommen werden. Sie werden teilweise durch sogenannte natürliche Kältemittel, wie CO<sub>2</sub> oder Ammoniak ersetzt. Teilweise aber auch durch ungesättigten HFKW (HFO) und durch ungesättigte HFCKW (HCFO), die (wieder) ein ozonschichtschädigendes Potential aufweisen. Beide haben zwar ein niedriges Treibhauspotential und kurze atmosphärische Lebensdauer, aber ihre Abbauprodukte scheinen langlebig und schädlich zu sein, und sind noch nicht ausreichend untersucht (Behringer et al. 2021).

*Kälte- und Treibmittel:  
Probleme beim Ersatz  
von FCKW*

Die Umweltverschmutzung durch diese langlebigen HFCKW-Ersatzstoffe scheint zuzunehmen. Zusätzliche Brisanz verursacht die im Zuge der Klima- und Energiekrise starke Zunahme des (staatlich geförderten) Einbaus von Wärmepumpen zum Heizen (und Kühlen, siehe [Frugale Kühlung](#)). Wenn die Vorschriften für den Einsatz und die Stilllegung von Kältemitteln nicht schnell und drastisch verbessert werden, könnte die Praxis, die dazu beitragen soll, die Risiken des Klimawandels zu verringern, den Klimawandel verstärken (Sutherland et al. 2022).

*Ersatzprodukte bilden  
langlebige, schädliche  
Abbauprodukte*

Auch aufgrund der POP-Problematik hat sich das wissenschaftliche Interesse an industrieller Abwasserbehandlung in den letzten Jahrzehnten verstärkt. Insbesondere Abscheidetechniken, d. h. Adsorptionsverfahren, Koagulation und Elektrokoagulation, zeigen hohes Potenzial bei der Entfernung der Zielschadstoffe (Titchou et al. 2021). Auch Nanomaterialien, wie Graphen zur Photokatalyse werden zur Abwasserreinigung erforscht.

*Technische Ansätze  
bei der Reinigung von  
Industrieabwasser*

## Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

In Österreich sind z. B. Standorte rund um Industriegebiete betroffen, so werden etwa POP aus bereits verbotenen Flammschutzmitteln in vielen Bodenproben nachgewiesen, aber auch Grundwasser kann belastet sein. Wenn auf diesen Flächen Futtermittel angebaut werden, gelangen die Chemikalien in die Nahrungskette. Auch Grundwasserkontamination mit perfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) wurde flächendeckend nachgewiesen, bei denen einige auch EU-Grenzwerte überschritten<sup>4</sup>. Bei einer Abschätzung von 300 historisch kontaminierten Standorten wie Müllverbrennungsanlagen, stuft eine Studie im Auftrag der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 38 als mit persistenten organischen Schadstoffen erheblich belastet ein (AGES 2018). Es könnte aus parlamentarischer Sicht auch sinnvoll sein zu überprüfen, ob ein reines Umsetzen von geltendem EU-

<sup>4</sup> [wissenaktuell.ages.at/popmon/](https://wissenaktuell.ages.at/popmon/).

Recht in Bezug auf das Vorsorgeprinzip ausreichend ist oder ob nicht Österreich mit strengerer Gesetzgebung potentielle POP früher verbieten könnte als es die internationale Kompromissfindung zulässt. Zudem sind auch Grenzwertsetzungen zu überdenken, so gelten derzeit nur Grenzwerte für einzelnen Substanzen, jedoch nicht für Kombinationen verschiedener Stoffe. Dies führt dazu, dass z. B. ein Nahrungsmittel mit sehr vielen verschiedenen Pestiziden knapp unterhalb der Grenzwerte der einzelnen Substanzen belastet sein kann. Die Auswirkungen solcher Cocktails sind weitgehend unbekannt. Der 13. Umweltkontrollbericht des Umweltbundesamtes an den Nationalrat schlägt detaillierte Maßnahmen vor und weist z. B. auf das Fehlen von österreichweit verpflichtenden Grenzwerte für organische Schadstoffe bzw. POPs im Boden hin.<sup>5</sup>

### Vorschlag weiteres Vorgehen

Der nationale Aktionsplan setzt die Stockholmer Konvention und die EU-POP-Verordnung um.<sup>6</sup> Er wurde zuletzt 2017 aktualisiert und sollte in der bevorstehenden Aktualisierung bezüglich der oben angesprochenen Kälte- und Treibmittelproblematik, sowie kumulativen Grenzwertsetzungen dringend überprüft werden. Aufbauend auf dem Vorsorgeprinzip sollten POP-Screening und -Folgenanalysen vermehrte Aufmerksamkeit bekommen. Eine FTA-Analyse könnte in diesem Zuge beispielsweise nachhaltigere Alternativen zu POPs ausloten oder Szenarien und Roadmaps für einen Umstieg unter Einbindung wichtiger Interessenvertretungen zu Verfügung stellen.

### Zitierte Literatur

- AGES, U., 2018, *POPMON – Endbericht- Identifizierung relevanter persistenter organischer Schadstoffe und potentiell belasteter Regionen als Basis für ein risikobasiertes Lebensmittel-Monitoring in Österreich*, Vienna: BMNT, BMASGK, [wissenaktuell.ages.at/download/0/0/bf83fb8005e58bf4a619f0dd64a7da571f22de77/fileadmin/AGES2015/Wissen-Aktuell/Wissen\\_aktuell\\_2021/Endbericht\\_POPMON.pdf](https://wissenaktuell.ages.at/download/0/0/bf83fb8005e58bf4a619f0dd64a7da571f22de77/fileadmin/AGES2015/Wissen-Aktuell/Wissen_aktuell_2021/Endbericht_POPMON.pdf).
- Alharbi, O. M. L., et al., 2018, Health and environmental effects of persistent organic pollutants, *Journal of Molecular Liquids* 263, 442-453, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0167732218321135](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167732218321135).
- Behringer, D., et al., 2021, *Persistente Abbauprodukte halogener Kälte- und Treibmittel in der Umwelt: Art, Umweltkonzentrationen und Verbleib unter besonderer Berücksichtigung neuer halogener Ersatzstoffe mit kleinem Treibhauspotenzial*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, [umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06\\_texte\\_36-2021\\_abbau\\_kaelte-treibmittel.pdf](https://umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_texte_36-2021_abbau_kaelte-treibmittel.pdf).

<sup>5</sup> [parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/III/III\\_00752/imfname\\_1469429.pdf](https://parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/III/III_00752/imfname_1469429.pdf).

<sup>6</sup> [umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub\\_id=2223&cHash=90c3c3b7c18ce90588a44818db9d3e98](https://umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2223&cHash=90c3c3b7c18ce90588a44818db9d3e98).

- Borgå, K., et al., 2022, The influence of global climate change on accumulation and toxicity of persistent organic pollutants and chemicals of emerging concern in Arctic food webs, *Environmental Science: Processes & Impacts*, [dx.doi.org/10.1039/D1EM00469G](https://doi.org/10.1039/D1EM00469G).
- Sutherland, W. J., et al., 2022, A horizon scan of global biological conservation issues for 2022, *Trends in Ecology & Evolution* 37(1), 95-104, [doi.org/10.1016/j.tree.2021.10.014](https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.10.014).
- Titchou, F. E., et al., 2021, Removal of Persistent Organic Pollutants (POPs) from water and wastewater by adsorption and electrocoagulation process, *Groundwater for Sustainable Development* 13, 100575, [sciencedirect.com/science/article/pii/S2352801X2100031X](https://sciencedirect.com/science/article/pii/S2352801X2100031X).
- Vasseghian, Y., et al., 2021, The concentration of persistent organic pollutants in water resources: A global systematic review, meta-analysis and probabilistic risk assessment, *Science of The Total Environment* 796, 149000, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721040729](https://sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721040729).