### Umwelt im Unterricht

[www.umwelt-im-unterricht.de](http://www.umwelt-im-unterricht.de)

Arbeitsmaterial (Sekundarstufe)

# PFC in der Umwelt: Ansätze zur Vorsorge

Die Verbreitung von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) sorgt für Aufregung: Einige der von Fachleuten als bedenklich eingestuften Chemikalien reichern sich in der Umwelt und in Organismen an und können gesundheitsschädlich wirken. Die Materialien enthalten Informationen zu Einsatzzwecken von PFC-Verbindungen, zum Weg der Chemikalien in die Umwelt und zu möglichen Maßnahmen beim Umgang mit den Stoffen.

### Was gehört noch zu diesen Arbeitsmaterialien?

Die folgenden Seiten enthalten Arbeitsmaterialien zum Thema der Woche „Bedenkliche Chemikalien: PFC“ von Umwelt im Unterricht. Zu den Materialien gehören ein Hintergrundtext, ein didaktischer Kommentar sowie ein Unterrichtsvorschlag. Sie sind abrufbar unter:

[Link einfügen]

### Inhalt und Verwendung der Arbeitsmaterialien

In Kleingruppen recherchieren die Schüler/-innen in den Informationstexten zu den Einsatzzwecken von PFC-Verbindungen, zum Gefährdungspotenzial, zum Weg der Chemikalien in die Umwelt und zu möglichen Maßnahmen beim Umgang mit den Stoffen.

Die Gruppen erhalten den Auftrag, die Ausbreitungswege der Chemikalien sowie mögliche Maßnahmen zum Umgang damit in einer Strukturskizze zu veranschaulichen.

### Übersicht über die Arbeitsmaterialien

[Infotext 1: Wofür werden PFC verwendet? 2](#_Toc508191066)

[Wie gelangen diese Stoffe in die Umwelt? 2](#_Toc508191067)

[PFC im Boden 2](#_Toc508191068)

[Infotext 2: Warum gelten PFC als bedenklich? 4](#_Toc508191069)

[Forschung zu gesundheitlichen Folgen 4](#_Toc508191070)

[Welche Lösungsansätze gibt es? 4](#_Toc508191071)

[Lösungsbeispiel Strukturskizze: Verbreitungswege von PFC und Ansätze der Vorsorge 6](#_Toc508191072)

[Quellen und Recherchehinweise 7](#_Toc508191073)

[Mehr Details im Hintergrundtext 7](#_Toc508191074)

[Medienbeiträge und NGO-Kampagnen zu PFC 7](#_Toc508191075)

[Weiterführende Links 7](#_Toc508191076)

Arbeitsmaterial (Sekundarstufe)

# Infotext 1: Wofür werden PFC verwendet?

Per- und polyfluorierte Chemikalien, kurz PFC , besitzen besondere Eigenschaften: Sie sind wasser-, fett- und schmutzabweisend und darüber hinaus sehr stabil. Das bedeutet, dass sie sich nicht zersetzen und auch hohe Temperaturen aushalten. Deshalb werden sie seit über fünfzig Jahren bei der Herstellung vieler Industrie- und Alltagsprodukte eingesetzt.

Sie dienen zum Beispiel für Antihaftbeschichtungen bei Pfannen und Töpfen. Auch Oberflächen von Teppichen oder Möbeln werden mit ihnen beschichtet. Ebenso können sich in vielen beschichteten Papieren und Lebensmittelverpackungen PFC befinden, zum Beispiel in Pizzakartons oder Pappbechern. PFC werden von vielen Herstellern zur Imprägnierung von Outdoor-Textilien verwendet. Darüber hinaus können sie in vielen weiteren Produkten enthalten sein, wie in Baustoffen, Skiwachsen, Pestiziden und Feuerlöschschäumen.

## Wie gelangen diese Stoffe in die Umwelt?

Per- und polyfluorierte Chemikalien können bereits bei ihrer Produktion oder der Herstellung von Produkten in die Umwelt gelangen. Auch durch den Gebrauch PFC-haltiger Produkte werden sie freigesetzt. Viele lokale Verunreinigungen sind die Folge des Einsatzes bestimmter Feuerlöschschäume, vor allem auf Flughäfen. Aber auch durch illegale Vorgänge wurden PFC in die Umwelt eingetragen, wie durch unzulässiges Mischen von PFC-belasteten Materialien mit Kompost, die als „Düngemittel“ und sogenannte „Bodenverbesserer“ auf Ackerflächen ausgebracht wurden.

Manche PFC-Verbindungen sind flüchtig, das heißt, sie können schon bei Raumtemperatur verdampfen. So können sich zum Beispiel PFC aus Teppichen in der Luft von Innenräumen ausbereiten. Im Vergleich mit der Außenluft können in Innenräumen weit höhere Konzentrationen auftreten. Aus einer Publikation des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2009 geht beispielsweise hervor, dass in Innenräumen bis zu circa 500-fach höhere Werte von PFC festgestellt wurden.

Darüber hinaus breiten sich flüchtige PFC-Verbindungen in der Atmosphäre aus. Wenn sie sich mit festen Bestandteilen in der Luft verbinden, können sie mit dem Wind über weite Strecken transportiert werden. Durch den Niederschlag gelangen sie in den Boden und in Flüsse, Seen und Ozeane, wo sie mit den Meeresströmungen weitertransportiert werden.

Inzwischen lassen sich PFC auch in im Wasser lebenden Tieren nachweisen, so beispielsweise in Fischen und Robben. Erhöhte Gehalte dieser Chemikalien wurden auch in der Leber von Eisbären, Füchsen und Eisvögeln nachgewiesen.

## PFC im Boden

Im Boden können PFC-Verbindungen über die Wurzeln von Pflanzen aufgenommen und gespeichert werden. Das ist beispielsweise bei Gräsern der Fall, aber auch bei Nutzpflanzen wie Kartoffeln oder Weizen. Einige Nutztiere wie Rinder, Schweine oder Hühner können die Chemikalien mit der Nahrung aufnehmen.

Vom Boden aus gelangen PFC-Verbindungen durch das Sickerwasser in das Grundwasser. Gut wasserlösliche, in der Regel kurzkettige Verbindungen breiten sich im Grundwasser aus. Mit dem Grundwasser gelangen diese Stoffe wiederum in Flüsse, Seen und die Ozeane. Da vielerorts das Grundwasser als Trinkwasser genutzt wird, kann die Qualität des Trinkwassers leiden. In derartigen Fällen werden Maßnahmen durchgeführt, wie beispielsweise die Reinigung des Grundwassers mit speziellen Aufbereitungsanlagen.

Viele PFC-Verbindungen gelangen mit Abwässern in Kläranlagen, wo die meisten von diesen Verbindungen nicht abgebaut werden können. Quellen für PFC-haltige Abwässer sind in Nordrhein-Westfalen insbesondere die Galvanik-Industrie, speziell die Kunststoffgalvanik, sowie die Oberflächenveredelung und die Metallverarbeitung. Aber auch beim Reinigen von Textilien gelangen PFC in das Abwasser. In der Kläranlage reichert sich ein Teil dieser Chemikalien im Klärschlamm an, während ein anderer Teil mit dem gereinigten Abwasser in die Flüsse und Seen fließen kann.

# Infotext 2: Was sind die Gefahren von PFC für Mensch und Umwelt?

PFC können auch in den menschlichen Körper gelangen. Möglich wäre das durch Essen und Trinken, also durch Nahrung und Wasser, sofern diese PFC enthalten. Eine weitere Aufnahmequelle wären erhöhte Konzentrationen in der Luft von Innenräumen.

Einige PFC-Verbindungen werden vom menschlichen Körper gut aufgenommen und können sich im Blut anreichern. Bei einer Schwangerschaft würden sie in den Blutkreislauf des ungeborenen Kindes gelangen und an Säuglinge über die Muttermilch weitergegeben werden. Einmal in den Körper aufgenommen, können manche Verbindungen dort relativ lange verbleiben.

Welche gesundheitlichen Auswirkungen diese Chemikalien auf Menschen und Tiere haben können, wurde bislang vor allem bei zwei Verbindungen untersucht: Perfluoroctansäure (PFOA) und Perfluoroctansulfonsäure (PFOS). Beide Stoffe gelten zwar für den Menschen nur als gering akut toxisch – das heißt, sie wirken nicht sofort giftig. Allerdings zeigten Langzeitstudien mit Mäusen und Ratten, dass diese Verbindungen die Entstehung von Tumoren wie Leberkrebs fördern. Darüber hinaus wirkten sich die Stoffe negativ auf die Fortpflanzungsfähigkeit und das Immunsystem der Versuchstiere aus.

PFC-Verbindungen sind für die Umwelt vor allem deshalb als kritisch einzustufen, da sie eine hohe Persistenz besitzen. Das heißt: Einmal freigesetzt verbleiben sie sehr lange in der Umwelt. Man geht davon aus, dass fast alle jemals produzierten PFC-Verbindungen sich noch heute in der Umwelt befinden. Stoffe, die derart langlebig und gesundheitlich bedenklich sind und sich in Organismen anreichern, können zu langwierigen Problemen für die Umwelt und die Gesundheit von Menschen und Tieren führen.

## Welche Lösungsansätze gibt es?

An Orten, an denen erhöhte PFC-Konzentrationen festgestellt wurden, wurden Maßnahmen getroffen, um eine weitere Ausbreitung dieser Schadstoffe zu verhindern. Dies betrifft insbesondere das Grund- und Trinkwasser sowie die Versorgung mit Nahrungsmitteln. Beispielsweise wurden Trinkwasserbrunnen geschlossen und spezielle Aufbereitungsanlagen errichtet, die das Grundwasser von PFC-Verbindungen reinigen. Auf belasteten landwirtschaftlichen Anbauflächen werden nur noch bestimmte Pflanzen angepflanzt, die PFC nicht oder nur in sehr geringem Maße aufnehmen.

Dringend erforderlich ist eine umfassende Vorsorgepolitik, die den Einsatz von PFC-Verbindungen auf das Nötigste beschränkt. Das Vorsorgeprinzip gehört zu den Leitlinien der Umweltpolitik in Deutschland und in der EU. Die Vorsorge soll verhindern, dass Gefahren überhaupt erst entstehen. Das gilt auch, wenn es Unsicherheit über mögliche Gefahren gibt oder Zusammenhänge zwischen Ursachen und Schäden noch nicht vollständig bekannt sind. In solchen Fällen kann ein Risiko bestehen, dass Schäden eintreten. Risikovorsorge bedeutet, vorbeugend zu handeln, um Schäden von vornherein zu vermeiden.

Das Umweltbundesamt setzt sich im Rahmen der Vorsorge für ein weltweites Chemikalien-Management ein. Demnach muss beim Einsatz von Chemikalien immer die Frage beantwortet werden, welcher gesellschaftliche Nutzen und welcher Schaden daraus entsteht.

Auf EU-Ebene ist seit dem Jahr 2007 die Europäische Chemikalienverordnung in Kraft, die sogenannte REACH-Verordnung. Sie beruht auf dem Grundsatz, dass Hersteller und Anwender von Chemikalien dafür verantwortlich sind, dass von der Verwendung der Chemikalien keine Risiken ausgehen. Ein Ziel von REACH ist, alle besonders besorgniserregenden Chemikalien zu ersetzen und stattdessen andere Stoffe oder Technologien zu verwenden.

Der Umgang mit bestimmten PFC-Verbindungen wurde auf diese Weise in der EU bereits geregelt. So ist es seit 2008 bis auf einige Ausnahmen verboten, PFOS zu verwenden.

Darüber hinaus gibt es von einigen Herstellern Bestrebungen, bekannte PFC-Verbindungen durch andere chemische Stoffe zu ersetzen. Insbesondere im Bereich der Outdoor-Bekleidung haben sich einige Firmen freiwillig dazu verpflichtet, in Zukunft auf den Einsatz dieser Stoffe zu verzichten. Hier haben auch Verbraucherinnen und Verbraucher Einfluss: Sie können gezielt PFC-freie Produkte wählen.

Und auch bei fluorhaltigen Feuerlöschschäumen wird versucht, auf PFC-freie Alternativen zurückzugreifen. In den Fällen, in denen dies nicht möglich ist, muss der Einsatz auf unverzichtbare Brandeinsätze beschränkt werden und das Löschwasser – wenn möglich – aufgefangen und ordnungsgemäß entsorgt werden.

# Lösungsbeispiel Strukturskizze: Verbreitungswege von PFC und Ansätze der Vorsorge

Forschung und Behörden: Messungen und Kontrollen;

Festlegung von Grenzwerten

Forschung und Behörden: Messungen und Kontrollen

Forschung und Behörden: Messungen und Kontrollen

Freiwilliger Verzicht auf bedenkliche Stoffe; Verbote

Beim Kauf Produkte wählen, die frei von PFC sind

# Quellen und Recherchehinweise

## Mehr Details im Hintergrundtext

Die Informationstexte sind Auszüge aus dem Hintergrundtext zum Thema der Woche „Chemikalien in der Umwelt: PFC“ von Umwelt im Unterricht.

Der vollständige Text ist abrufbar unter:

<https://www.umwelt-im-unterricht.de/wochenthemen/174/>

## Medienbeiträge und NGO-Kampagnen zu PFC

PFC sind seit einigen Jahren immer wieder Gegenstand von Medienberichten. Häufig geht es dabei um bestimmte Schadensfälle. Zum Beispiel wurden im Norden von Düsseldorf PFC im Grundwasser nachgewiesen. Bereits im Jahr 2006 waren im Hochsauerlandkreis besorgniserregende Verunreinigungen in Wasserproben nachgewiesen worden. In den Landkreisen Baden-Baden und Rastatt in Baden-Württemberg sind mehr als 400 Hektar Ackerflächen so belastet, dass bestimmte Kulturpflanzen nicht angebaut werden sollten und das Grundwasser nicht länger zur Trinkwassergewinnung genutzt werden kann. Zudem warnen Umweltorganisationen wie Greenpeace vor PFC in Alltagsprodukten wie Outdoor-Kleidung.

Je nach gewünschtem Schwerpunkt können Medienbeiträge beziehungsweise Zitate aus Medien zu PFC vorgestellt werden. Dafür eignet sich die Gegenüberstellung von alarmierenden Aussagen (Zitate wie “Gift in der Jacke”) und ausgewogenen Beiträgen. Alle Medienbeiträge können auf Basis der in den Materialien enthaltenen Fakten bewertet werden.

Beiträge finden sich mithilfe der News-Suche von Suchmaschinen wie Google oder Ecosia. Geeignete Suchbegriffe sind zum Beispiel die oben genannten Schadensfälle sowie das Kürzel PFC in Verbindung mit Begriffen wie „Gift“, „Skandal“ oder „Verseuchung“.

## Weiterführende Links

Umweltbundesamt: Per- und polyfluorierte Chemikalien

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/stoffgruppen/per-polyfluorierte-chemikalien-pfc#textpart-1>

Umweltbundesamt: Per- und polyfluorierte Chemikalien: Einträge vermeiden – Umwelt schützen

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/per-polyfluorierte-chemikalien>

Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz (07/2017):

Persistente organische Kontaminanten in Lebensmitteln. Exposition, Gefährdungspotenzial und gesundheitliche Bewertung

<https://www.springermedizin.de/persistente-organische-kontaminanten-in-lebensmitteln/12332162?fulltextView=true>