

Funktionskleidung: Wind- und wasserdicht – und umweltschädlich?

Aufgaben:

1. Stelle die Bedeutung von PFC in Funktionskleidung dar.
2. Erläutere die chemischen Eigenschaften von PFOS und PFOA anhand ihrer Molekülstrukturen.
3. Bewerte die Umweltverträglichkeit von Kleidung, die mit PFC ausgerüstet ist.
4. Stelle Alternativen zu PFCs dar und erläutere ihre Eigenschaften mit ihrem chemischen Aufbau und/oder ihrer Struktur.
5. Erstelle aus den erarbeiteten Informationen einen foliengestützten Vortrag (5-10 Min.) für deine MitschülerInnen. Lade die erstellten Folien im Anschluss an die Unterrichtszeit im Assignment hoch.

Informationen:

Durch Wind, Wasser und Schmutz: Funktionskleidung ist besonders beliebt, egal ob zum Wandern, Fahrradfahren oder für den normalen Spaziergang. Dabei soll sie vor allem wasserdicht sein und Wind abweisen. Die meisten Textilien enthalten per- und polyfluorierte Carbonsäuren (PFC). Sie profitieren von deren Eigenschaften, wasser- und schmutzabweisend zu sein, und das über mehrere Stunden. Doch die PFC gelten als umweltschädlich. Und auch unserer Gesundheit könnten sie schaden.

Was ist Funktionskleidung?

Zur Funktionskleidung bzw. Outdoor-Kleidung zählen alle Textilien, die wir für sportliche Aktivitäten im Freien benutzen – vom Skifahren über das Klettern bis zum Wandern. Es gibt auch Funktionskleidung für spezielle Einsatzgebiete wie zum Beispiel die Feuerwehr-Ausrüstung, die dann bestimmte Eigenschaften haben. Je nach Einsatzgebiet soll die Funktionskleidung also unterschiedlichen Ansprüchen entsprechen. Im Alltag benutzen wir aber vor allem Kleidung, die wasserabweisend und winddicht sein soll wie zum Beispiel die Regenjacke. Gleichzeitig sind Outdoor-Jacken und Sportkleidung meist atmungsaktiv. Generell bestehen die Textilien entweder aus Natur- oder Chemiefasern – wobei die meisten Regenjacken überwiegend aus chemischen Fasern sind, beispielsweise aus Polyester oder Polyacryl.

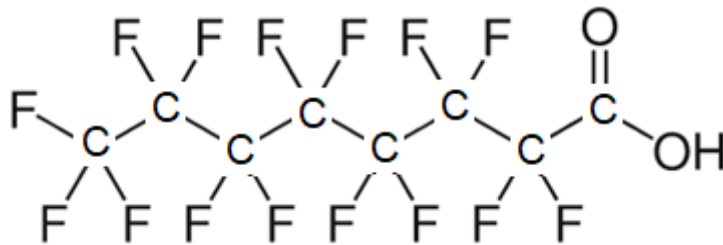
Membran profitiert von per-/polyfluorierten Carbonsäuren

Membransysteme sorgen dafür, dass die Outdoor-Kleidung winddicht und wasserdicht, gleichzeitig aber auch atmungsaktiv ist. Die meisten Membranen enthalten sogenannte per- und polyfluorierte Carbone (PFC) – das sind fluorierte Kohlenwasserstoffverbindungen, bei denen Fluoratome die Wasserstoffatome vollständig (perfluoriert) oder teilweise (polyfluoriert) ersetzen. Die PFC unterscheiden sich in der Länge der Kohlenstoffkette (lang- und kurzkettig). Die wohl bekanntesten PFC sind die Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und die Perfluorooctansäure (PFOA). Beide sind inzwischen aufgrund ihrer Gefährdung für Mensch

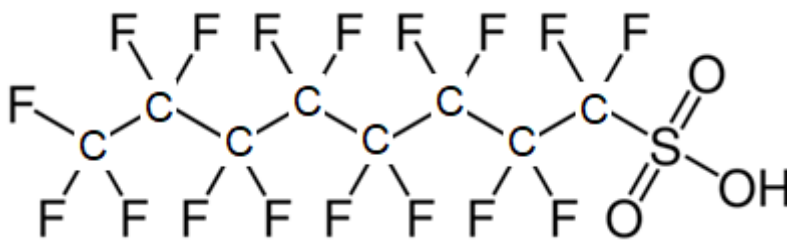
und Umwelt weltweit verboten, PFOS seit 2009 und PFOA seit 2019 (Stockholmer Übereinkommen). Für PFOA gelten noch bis 2025 wenige Ausnahmen wie zum Beispiel für Feuerlöschschäume.

Die Darstellung von PFOS kann durch Kleinstpolymerisierung von Tetrafluorethen erfolgen. Die Reaktion wird so gesteuert, dass Ketten mit sechs Kohlenstoffatomen entstehen. An dieses Zwischenprodukt wird ein Ethenmolekül addiert und anschließend zum Sulfonat umgesetzt.

Die Besonderheit von PFOS und PFOA liegt darin, dass die perfluorierte Gruppe unpolar ist, die polare anionische Sulfon- oder Carboxylgruppe dagegen hydrophil. Es ist damit ein Tensid. Die sich daraus ergebenden Eigenschaften der PFC – wasser-, fett- und schmutzabweisend sowie thermisch stabil – nutzen viele Alltagsprodukte wie Kochgeschirr und Textilien.



Chemische Struktur der Perfluorooctansulfonsäure (<https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Perfluorooctans%C3%A4ure>)



Chemische Struktur der Perfluorooctansulfonsäure (<https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Perfluorooctansulfonat>)

Schädlich für Umwelt und Mensch

Da die PFC chemisch und thermisch sehr stabil sind, lassen sich die Verbindungen nur mit hohem Energieaufwand wieder brechen. Bei der Herstellung, durch Abrieb bei Gebrauch oder bei der Entsorgung können PFC in unsere Umwelt gelangen, beispielsweise über Abwässer. Dort werden sie nicht abgebaut, sondern reichern sich an. Wir können die angesammelten Partikel zum Beispiel mit unserer Nahrung oder über verunreinigtes Trinkwasser aufnehmen. Vor 2008 setzten viele Hersteller auf die langkettigen PFC, um von deren Eigenschaften zu profitieren. Nachdem aber einige Studien zeigten, dass die langkettigen PFCs erbgutschädigend und krebserregend wirken, gilt für sie seit 2008 ein europaweites Verbot. Inzwischen enthalten die meisten Textilien und ihre Membransysteme

die kurzkettigen PFC, doch auch viele von diesen stehen unter Verdacht umwelt- und gesundheitsschädlich zu sein.

Forscher des Zentrums für Umweltforschung und Nachhaltige Technologien (UFT) der Universität Bremen haben in einem Projekt gemeinsam mit dem Bundesverband der Deutschen Sportartikel-Industrie (BSI) und dem Umweltbundesamt (UBA) unterschiedliche DWR-Textilien (durable water repellent) auf ihre Ökotoxikologie untersucht. Demnach können die kurzkettigen mit den verbotenen langkettigen PFC verunreinigt sein. Die Untersuchungen lassen annehmen, dass die kurzkettigen Verbindungen mit ihrer Persistenz und der hohen Mobilität in der Umwelt ein Risiko für uns Menschen und unsere Umwelt darstellen können. Ein Verbot für die kurzkettigen Alternativen gibt es allerdings noch nicht. Nach ihrer Studie raten die Forscher eher dazu, sich künftig auf Technologien wie LED-Ultraviolett-Härtung oder Plasma- und Laserbehandlung der Textilien zu konzentrieren. [2]

Die Greenpeace-Studien der letzten beiden Jahre haben eines gezeigt, was aber kaum zu Diskussionen geführt hat: Selbst Jacken von Marken, die bewusst auf PFC-freie Lösungen setzen und weder bei der Membran, Beschichtung noch der Ausrüstung PFC-Technologie nutzen, sind von PFC-Belastungen betroffen. Das Schlüsselwort heißt „Kontamination“ in den Produktionsstätten. Das Problem ist so groß, dass Firmen, die PFC-frei Jacken herstellen wollen, zusammen mit ihren Partnern Produktionsstraßen bauen, die hermetisch abgeriegelt sind gegen äußere Einflüsse und in denen nur PFC-freie Materialien laufen dürfen. Ob eine solche kontaminationsfreie Produktion haltbar ist, muss die Zukunft zeigen. Es gibt PFC-freie Alternativen - sowohl bei der industriellen Ausrüstung als auch bei der Nachimprägnierung der Textilien durch den Verbraucher. Ebenfalls kann man mittlerweile auch getrost auf PVC-frei zurückgreifen.

Alternativen zu PFC

„Bionic Finish Eco“ basiert auf hochverzweigten Polymeren, sogenannte Dendrimeren mit einer möglichst hohen Dichte von hydrophoben Elementen, ist ein Ergebnis der Bionik-Forschung und wurde am Deutschen Wollforschungsinstitut der Rheinisch-Westfälischen TH Aachen, einem auf textile Materialforschung und Oberflächenveredlung ausgerichteten Forschungsinstitut, geprüft.

Eine andere Schweizer Alternative ist Ecorepel® von Schoeller Technologies. Auch „Ecorepel“ wird als „die ökologische Art der Wasserabweisung“ deklariert und ist ebenfalls ein Ergebnis von Bionik. Allerdings basiert Ecorepel® auf langen Kohlenwasserstoffketten, die sich wie ein „sehr dünner Film spiralförmig um die einzelnen Fasern, Filamente oder Garne legen“. Diese Ketten bestehen aus CH₃-Gruppen, die flächendeckend angeordnet sind und die Oberflächenspannung herabsetzen, so dass Wassertropfen oder wässriger Schmutz von der Oberfläche abperlt.

Eine weitere Entwicklung einer PFC-freien Ausrüstung heißt „Purtex WR“ (water repellent). Die Emulsion besteht ausschließlich aus Polyurethan. Nach der Herstellerfirma enthält sie „keinerlei kritische Substanzen und erfüllt so die internationalen Vorgaben bezüglich Umwelt, Gesundheit und Sicherheit.“ „Purtex WR“ sei dabei wasserbasiert und vollständig lösungsmittelfrei. Es werden keine Nicht-ionischen Tenside (APEO), keine perfluorierte Tenside, keine zinnorganische Verbindungen, keine Weichmacher (Phthalate), keine toxischen Isocyanate, keine Schwermetalle sowie kein Formaldehyd eingesetzt. „Purtex

WR" macht Textilien „dauerhaft wasserabweisend, widerstandsfähig und abriebfest" und „erhöht die Lebensdauer selbst bei extremer Beanspruchung und häufigen Wäschen", so der Hersteller.

Quellen:

<https://faszinationchemie.de/wissen-und-fakten/news/funktionskleidung-wind-und-wasserdicht-und-umweltschaedlich/>

<https://www.outdoor-renner.de/blog/outdoor-pfc-frei.html>

https://www.spoteo.de/wissen/technologie/technologie_1291_PURTEX-Technologie.html

<https://www.schoeller-textiles.com/de/technologien/faq-ecorepel>

<https://www.rudolf.de/en/technology/bionic-finish-eco/>