

Gefährliche Chemikalien in Outdoor-Ausrüstung

Greenpeace Produkttest 2016

Mit dem neuen Produkttest untersuchte die Umweltschutzorganisation Greenpeace Outdoor-Ausrüstung auf schädliche per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC). PFC werden in vielen industriellen Verfahren und Konsumgütern eingesetzt. Die Outdoor-Industrie verwendet sie bei der Herstellung wasserdichter Membranen und wasser- sowie schmutzabweisender Beschichtung. Darunter auch umwelt- und gesundheitsschädliche Substanzen, die sich global ausbreiten und in der Leber von Eisbären genauso zu finden sind wie in Muttermilch und menschlichem Blut. In die Umwelt freigesetzt, bauen sich die meisten PFC nur sehr langsam oder gar nicht ab.¹

Greenpeace untersuchte neben Outdoor-Bekleidung und -Schuhen erstmalig Camping- und Wanderausrüstung wie Rucksäcke, Zelte und Schlafsäcke. Über die Auswahl der Produkte ließ Greenpeace Verbraucher abstimmen. So wurde zum ersten Mal ein Produkttest unter Beteiligung der Öffentlichkeit entwickelt.

Von 40 getesteten Produkten enthielten lediglich vier keine PFC. Greenpeace untersuchte elf Jacken und acht Hosen, sieben Paar Schuhe, acht Rucksäcke, zwei Zelte, zwei Schlafsäcke, ein Kletterseil sowie ein paar Handschuhe. Abgesehen von den Handschuhen wurden PFC in allen Produktkategorien festgestellt.

Elf Produktproben enthielten die äußerst langlebige (persistente), langkettige und krebs-erregende Perfluoroktansäure (PFOA) in Konzentrationen, die über dem Grenzwert von $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ lagen, der derzeit schon in Norwegen gilt. Die höchsten Konzentrationen pro Quadratmeter wurden in Schuhen von Haglöfs gefunden, die höchsten Konzentrationen nach Gewicht in einem Schlafsack von The North Face. PFOA ist als besonders besorgniserregender Stoff (SVHC) klassifiziert, bisher aber nur in Norwegen reglementiert. Auch Deutschland hat auf Initiative des Umweltbundesamtes (UBA) vorgeschlagen, PFOA gemäß der EU-weiten REACH-Verordnung zu begrenzen.²

Andere, sehr langlebige PFC wie die kurzkettigen perfluorierten Chemikalien PFBS und PFHxA wurden in noch höheren Konzentrationen gefunden, beispielsweise in Jacken von Norrona und Patagonia, aber auch in Hosen und Schuhen.

Insgesamt dominierten in den Tests flüchtige PFC, die in der Umwelt zu den korrespondierenden Säuren abgebaut werden können, u.a. auch zu PFOA. Dies gilt beispielsweise für 8:2 FTOH (Fluortelomer-Alkohole), die in besonders hohen Konzentrationen in Schuhen von Haglöfs, Jack Wolfskin und Mammut gefunden wurden.

Die Greenpeace-Studie zeigt, dass als gefährlich bekannte Chemikalien, darunter besonders besorgniserregende Stoffe wie PFOA und andere langkettige ionische PFC, immer noch flächendeckend in Produkten verwendet werden, die von Outdoor-Marken verkauft werden.

Zugleich zeigen die Tests eine Verschiebung der verwendeten PFC hin zu kurzkettigen PFC-Chemikalien, die ebenfalls persistent, aber in einigen Aspekten noch nicht so gut erforscht sind.

Spendenkonto

GLS Gemeinschaftsbank eG, KTO: 33 401, BLZ: 430 609 67
IBAN DE49 4306 0967 0000 0334 01, BIC GENODEM1GLS

Greenpeace ist vom Finanzamt als gemeinnützig anerkannt. Spenden sind steuerabzugsfähig.

Die Untersuchung belegt zudem, dass flüchtige PFC wie die kurz- und langkettigen FTOH in hohen Konzentrationen eingesetzt werden, was zu ebenfalls hohen Rückständen führt. Diese können aus vielen Produkten herausgelöst werden.

PFC hinterlassen Spuren

Ein Greenpeace-Report von September 2015 zeigte auf, dass diese Schadstoffe auch in abgeschiedenen Bergseen und im Schnee entlegener Gebiete zu finden sind.³ Studien belegen, dass sich PFC in lebenden Organismen wie den Lebern von Eisbären in der Arktis anreichern können und weisen sie auch in menschlichem Blut nach.⁴ Tierstudien beschreiben, wie einige PFC die Fortpflanzung beeinträchtigen, das Tumorstadium fördern und das Hormonsystem schädigen.⁵ Aus den Greenpeace Reports von 2012, 2013 und 2014 geht hervor, in welchen Konzentrationen PFC in Outdoor-Bekleidung⁶ und -Schuhen⁷ vorkommen und dass flüchtige PFC aus diesen Produkten in die Luft ausgasen können.⁸

Die Greenpeace-Forderung an den Outdoor-Sektor, den Einsatz von PFC drastisch zu reduzieren, um ihn letztlich zu stoppen, wird von vielen Wissenschaftlern unterstützt. Über 200 Wissenschaftler aus 38 Ländern unterzeichneten das „Madrid Statement“⁹ – dieses empfiehlt, den Einsatz von PFC bei der Herstellung von Konsumgütern, einschließlich Textilien, gemäß dem Vorsorgeprinzip zu vermeiden.

In der aktuellen Studie untersuchte Greenpeace erneut Jacken, Schuhe und Hosen, testete aber auch andere Outdoor-Ausrüstungsgegenstände wie Handschuhe, Zelte, Schlafsäcke und Rucksäcke. Sogar ein Kletterseil wurde getestet.

Greenpeace hat seine Unterstützer gebeten, über Outdoor-Marken abzustimmen. Auf der Website www.detox-outdoor.org wurden rund 30 000 Stimmen für den Test von Lieblingsprodukten abgegeben. Zur Entscheidung standen Produktkategorien (wie z. B. Jacken, Zelte, Schlafsäcke) oder vorausgewählte spezielle Produkte einzelner Marken. Greenpeace traf eine breit gefächerte Vorauswahl an Produkten der wichtigsten Outdoor-Marken, bei denen es gemäß unserer Untersuchungen und Kriterien wahrscheinlich war, dass sie PFC enthielten. Dies waren insbesondere diejenigen mit DWR-Behandlung (Durable Water Repellent) und/oder einer Membran aus Fluorkohlenstoff-Polymer.

Die beliebtesten Marken im Voting waren The North Face, Columbia, Mammut, Jack Wolfskin und Patagonia. Greenpeace kaufte die 40 meistgenannten Produkte im Oktober und November 2015 in 19 verschiedenen Ländern/Regionen und schickte sie zu einem unabhängigen Labor, wo sie im Dezember 2015 auf PFC untersucht wurden.

Die Produkte wurden in Österreich, Chile, China, Dänemark, Finnland, Deutschland, Hongkong, Ungarn, Italien, Korea, Norwegen, Russland, der Slowakei, Slowenien, Schweden, der Schweiz, Taiwan, der Türkei und England gekauft.

Laut Etiketten wurden zwölf der 40 Produkte in China hergestellt, 14 in Vietnam, zwei in Rumänien, zwei in der Türkei, zwei auf den Philippinen, zwei in Bangladesch, eins in der Schweiz, eins in Kolumbien und eins in Deutschland. Für drei Artikel liegen keine Informationen zum Herstellerland vor. Eine Jacke von Jack Wolfskin, die in Österreich gekauft wurde, war als PFC-frei gekennzeichnet.

Wichtigste Ergebnisseⁱ

Gesamtergebnisse

PFC wurden in 36 von 40 Proben gefunden, wobei sich PFC-Konzentration und -Zusammensetzung innerhalb der einzelnen Artikel erheblich unterschieden.

Die vier PFC-freien Produkte waren:

- zwei Jacken – eine von Vaude (J01)ⁱⁱ sowie eine von Jack Wolfskin (J12,) die als einziger Artikel als „PFC-frei“ gekennzeichnet war
- ein Rucksack von Haglöfs (BP14)
- sowie die insgesamt einzige Handschuhprobe von North Face (G01)

Diese Ergebnisse zeigen, dass Jacken, Rucksäcke und Handschuhe trotz hoher Anforderungen ohne PFC hergestellt werden können.

PFC wurden in allen Schuhen, Hosen, Zelten und Schlafsäcken, in neun der elf Jacken sowie sieben der acht Rucksäcke festgestellt.

In allen Jacken, Hosen, Schuhen und Schlafsäcken sowie dem Kletterseil dominierten flüchtige PFC.

Ionische PFC wurden in sämtlichen Schuhen, Schlafsäcken, Zelten, der Kletterseilprobe sowie in neun von elf Jacken, sieben von acht Hosen und sieben von acht Rucksäcken gefunden.

Elf Produktproben enthielten PFOA in Konzentrationen, die über dem EU-Grenzwert für PFOS von $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ liegen. Dieser dient als Vergleichswert für PFOA, da diese Chemikalie ähnlich gefährliche und gesundheitsschädigende Eigenschaften besitzt wie PFOS.¹⁰ PFOA wurde in Norwegen seit 2014 auf diese Konzentration begrenzt.¹¹ Aktuell durchläuft PFOA das Beschränkungsverfahren gemäß der EU-weiten REACH-Verordnung.¹²

- Zwei **Schuh**-Proben weisen die höchste PFOA-Konzentration (bezogen auf m^2 Fläche) auf, die im Rahmen dieser Untersuchung ermittelt wurde: Hohe PFOA-Konzentrationen von signifikant über $1\mu\text{g}/\text{m}^2$ wurden in den Schuhen von Haglöfs (F02, $18,4\mu\text{g}/\text{m}^2$) und in den Schuhen von Mammut (F05, $12,7\mu\text{g}/\text{m}^2$) festgestellt. Beide Produkte wurden mit Gore-Tex hergestellt.
- In zwei **Hosen**-Proben – von Jack Wolfskin und Patagonia – (TR04, $14,9\mu\text{g}/\text{m}^2$ und TR05, $2,47\mu\text{g}/\text{m}^2$) lagen die PFOA-Konzentrationen ebenfalls signifikant über $1\mu\text{g}/\text{m}^2$.
- Der Mammut-**Rucksack** (BP05) enthielt hohe PFOA-Konzentrationen ($4,24\mu\text{g}/\text{m}^2$), der **Schlafsack** von The North Face (SB02) wies sogar extrem hohe PFOA-Konzentrationen auf, die bei $7,10\mu\text{g}/\text{m}^2$ lagen. Von allen 40 Produkten enthält der Außenstoff des Schlafsacks von The North Face die höchsten PFOA-Konzentrationen nach Gewicht ($157.000\text{ ng}/\text{kg}$).

ⁱ Ausführliche Tabellen und Grafiken zu den Testergebnissen sowie Fotos der getesteten Produkte finden sie in Greenpeace (2016): Leaving traces – the hidden hazardous chemicals in outdoor gear. Greenpeace Product test 2016. Executive Summary auf www.greenpeace.de

ⁱⁱ Bei den in Klammern hinter den Produkten angegebenen Buchstaben-Zahlen-Kombinationen handelt es sich um den jeweiligen Probencode.

Jacken

- In neun der elf getesteten Jacken wurden PFC gefunden.
- In den Proben dominierten **flüchtige PFC** nach Konzentration, sie wurden in acht von elf Jacken gefunden. Das am häufigsten nachgewiesene flüchtige PFC war 6:2 FTOH.
- Die Jacke von Norrona (J03) hatte bei Weitem die höchste Konzentration an 6:2 FTOH sowie an allen flüchtigen PFC ($630 \mu\text{g}/\text{m}^2$). 6:2 FTOH wurde auch in Jacken anderer Marken wie Mammut (J02) Patagonia (J10), Arc'teryx (J08) und Haglöfs (J07) gefunden.
- Die Blackyak-Jacke (J04) war die einzige Probe, die signifikante Mengen an langkettigen flüchtigen PFC wie 8:2 und 10:2 FTOH enthielt.
- In nur zwei Jacken wurden keine **ionischen PFC** festgestellt, in allen anderen wurden diese Chemikalien in bedenklichen Konzentrationen gefunden. Die höchsten Gesamtkonzentrationen an ionischen PFC wurden in Proben der Norrona-Jacke (J03, $99,9 \mu\text{g}/\text{m}^2$), der Patagonia-Jacke (J10, zwei Stoffproben, $684,0 \mu\text{g}/\text{m}^2$ und $97,4 \mu\text{g}/\text{m}^2$) und Salewa-Jacke (J11, $62,4 \mu\text{g}/\text{m}^2$) gefunden, wobei die Zusammensetzung der ionischen PFC in diesen drei Jacken unterschiedlich war. So überwogen in der Patagonia-Jacke (J10) C4 (PFBS und PFBA), C6 (PFHxA) und C7 (PFHpA), während es in der Norrona-Jacke (J03) C5 (PFPeA) und C6 (PFHxA) waren. PFBS wurde auch in Jacken von Mammut, Arc'teryx und Blackyak gefunden.

Hosen

- In allen acht getesteten Hosen wurden PFC festgestellt.
- Die höchsten Konzentrationen wurden für **flüchtige PFC** gefunden, wobei in allen Hosenstoffproben eine oder mehrere dieser Substanzen festgestellt wurden. Die höchsten Gesamtkonzentrationen wurden in den Jack Wolfskin-Hosen gefunden (TR04, $540 \mu\text{g}/\text{m}^2$), gefolgt von den Arc'teryx-Hosen (TR06, $270 \mu\text{g}/\text{m}^2$).
- Das am häufigsten festgestellte flüchtige PFC – 6:2 FTOH – wurde in allen Proben mit Ausnahme der Patagonia-Hose (TR05) gefunden, die niedrigere Konzentrationen der längerkettigen PFC 8:2 FTOH, 10:2 FTOH, 8:2 FTA und 10:2 FTA enthielt.
- Konzentrationen **ionischer PFC** wurden in allen Proben bis auf einer festgestellt (Haglöfs, TR07).
- Neben den hohen PFOA-Konzentrationen in den zwei oben erwähnten Proben (die Patagonia- und die Jack Wolfskin-Hose – TR05 und TR04) enthielten drei Proben hohe Konzentrationen der C4-Verbindung PFBS: die Hosen von Mammut (TR02), Arc'teryx (TR06) sowie die bereits erwähnten Hosen von Jack Wolfskin.

Schuhe

- In allen sieben getesteten Schuhen wurden PFC nachgewiesen.
- Von allen Produkten enthielten Schuhe die höchsten Konzentrationen **flüchtiger PFC**.
- Die höchsten 6:2 FTOH-Gesamtkonzentrationen von über 1.000 µg/m² wurde in den Columbia-Schuhen (F11) festgestellt, gefolgt von Jack Wolfskin (F09), den The North Face-Schuhen (F08) und Salewa (F04).
- Hohe Konzentrationen des flüchtigen C8-PFC 8:2 FTOH - über 1.000 µg/m² - wurden in Proben von Haglöfs (F02) entdeckt.
- Flüchtige PFC wurden in allen Schuhen außer der Patagonia-Probe (F10) nachgewiesen.
- In allen Proben wurden Konzentrationen **ionischer PFC** gefunden.
- Wie bereits oben erwähnt, wiesen zwei Schuhproben – Haglöfs (F02) und Mammut (F05) – die höchste PFOA-Konzentration pro Quadratmeter der gesamten Untersuchung auf. Die Schuhe von Columbia (F11), The North Face (F08) und Jack Wolfskin (F09B) enthielten hohe PFBS-Konzentrationen.

Rucksäcke

- In sieben von acht getesteten Rucksäcken wurden PFC gefunden.
- Die höchsten Konzentrationen **ionischer PFC** wurden in Rucksäcken von Mammut (BP05) und Patagonia (BP04) gefunden. Insbesondere der Mammut-Rucksack enthielt hohe Konzentrationen langkettiger ionischer PFC wie PFOA (4,24 µg/m²) und PFDA (2,4 µg/m²). Der Patagonia-Rucksack enthielt noch höhere Mengen an PFBS (9,42 µg/m²), die höchste Konzentration ionischer PFC bei den Rucksackproben.

Schlafsäcke

- In beiden getesteten Schlafsäcken wurden PFC festgestellt.
- **Flüchtige PFC** wurden in beiden Schlafsäcken gefunden. Der Schlafsack von Mammut (SB01) enthielt hohe Konzentrationen einer flüchtigen C6-Verbindung (6:2 FTOH mit 41.0 µg/m²), während der Schlafsack von The North Face eine hohe Konzentration eines C8-PFC aufwies (SB02 – 8:2 FTOH 52.0 µg/m²).
- Neben der bereits erwähnten hohen Konzentration der langkettigen **ionischen PFC** PFOA (7.1 µg/m²) enthält der Schlafsack von The North Face hohe Konzentrationen von PFDA (2.84 µg/m²).
- Die Stoffe der Schlafsäcke sind deutlich leichter als die von Jacken oder Hosen. In diesem Fall ist es daher sinnvoller, nicht die flächenbezogenen Konzentrationen, sondern die pro Kilogramm gemessenen Werte zu vergleichen. Von allen 40 Produkten enthält der Außenstoff des The North Face-Schlafsacks die höchsten PFOA-Konzentrationen nach Gewicht (157.000 ng/kg). Es ist davon auszugehen, dass der Abbau des vorhandenen 8:2 FTOH auch zu den PFOA-Konzentrationen beigetragen hat, da 8:2 FTOH zu Carbonsäuren wie PFOA abgebaut werden kann. Der Schlafsack enthielt zudem eine große Bandbreite weiterer ionischer PFC.

Zelte

- In beiden getesteten Zelten wurden PFC festgestellt: Jack Wolfskin (TE05 – 07) und The North Face (TE01-04).
- Die Konzentrationen von flüchtigen PFC sind deutlich höher als die der ionischen PFC, im Vergleich zu den anderen getesteten Produkten wurden jedoch weniger flüchtige PFC gefunden.

Andere

- **Flüchtige PFC** (6:2 FTOH) wurden auch im Kletterseil von Mammut (R01) festgestellt.

Proben und Methoden

Die Produkte wurden in Flagship-Stores bzw. Fachgeschäften eingekauft oder online bestellt. Noch im Ladengeschäft wurden die gekauften Produkte einzeln in saubere Polyethylenbeutel verpackt. Die versiegelten Tüten mit den Produkten wurden dann zur Analyse an unabhängige akkreditierte Labore geschickt.

Die Proben wurden auf eine umfassende Liste perfluorierter und polyfluorierter Verbindungen getestet, darunter perfluorierte Carbonsäuren wie PFOA und perfluorierte Sulfonsäuren wie PFOS. Die Liste umfasst neben anderen Verbindungen auch Fluortelomer-Alkohole (FTOH).¹³ FTOH sind das Hauptausgangsprodukt bei der Synthese fluoriierter Polymere, die für die wasserfeste Membran und die DWR-Beschichtung der Außenhaut eingesetzt werden.¹⁴

Der Test deckte eine Reihe von PFC ab, die mithilfe von Lösungsmitteln extrahiert werden konnten. Von jedem Artikel wurde an einer Stelle, an der sich weder Druck noch Etiketten befanden, eine Probe ausgeschnitten. Dann wurden zwei separate Analysen jeder Probe durchgeführt. Ein Teil wurde mit Methanol mittels Soxhlet-Extraktion extrahiert, das Extrakt wurde mittels Festphasenextraktion (SPE) gereinigt, darin wurden eine Reihe ionischer PFC per Hochleistungsflüssigkeitschromatografie (HPLC) mit Tandem-Massenspektrometrie-Kopplung (HPLC-MS/MS) quantifiziert. Der zweite Teil wurde mittels Methyl-tertiär-butylether (MTBE) per Ultraschall-Extraktion extrahiert, hier wurde eine Reihe flüchtiger neutraler PFC durch Gaschromatografie-Massenspektrometrie quantifiziert.

Für eine Reihe von Proben wurde zusätzlich ein weiterer Ausschnitt desselben Materials analysiert. Damit sollten Erkenntnisse über die Schwankungen der PFC-Konzentrationen in verschiedenen Teilen des Artikels gewonnen werden. Diese Prüfung wurde für ionische PFC (vier Jacken, drei Hosen, fünf Paar Schuhe, ein Rucksack, ein Zelt) und für flüchtige PFC (fünf Jacken, drei Hosen, sechs Paar Schuhe, zwei Rucksäcke, zwei Schlafsäcke, ein Zelt) durchgeführt.

Alle Daten zu Testmethoden und zusätzlichen Qualitätskontrollen finden sich im Technischen Report zur Untersuchung.¹⁵

Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie zeigt, dass die umwelt- und gesundheitsgefährdende Chemikalie PFOA in Produkten von Marken wie Jack Wolfskin, The North Face, Patagonia, Mammut, Norrona und Salewa nach wie vor weit verbreitet ist, insbesondere in der Produktion von Schuhen, Hosen, Schlafsäcken und einigen Jacken. Elf Produkte enthielten PFOA-Mengen, die über der in Norwegen geltenden Höchstgrenze von 1 µg/m² lagen.

Der höchste PFOA-Wert nach Gewicht wurde in einem Schlafsack von The North Face ermittelt. PFOA ist eine Substanz, die bekannt für ihre schädlichen Eigenschaften ist und nicht in Materialien verwendet werden sollte, die Kinder zum Beispiel beim Camping in den Mund nehmen könnten. **Auch andere Artikel wie der Mammut Rucksack enthielten diese besonders besorgniserregenden Stoffe, die nicht in Outdoor- oder Campingausrüstung enthalten sein sollten.**

Ebenfalls sehr bedenklich ist der Befund, dass kurzkettige und flüchtige PFC als Alternative zu den langkettigen PFC (PFOA und PFOS) weit verbreitet sind, diese aber zu ungleich höheren Konzentrationen als die herkömmlichen PFC extrahiert werden können. Flüchtige PFC können ausgasen, wie Greenpeace bereits in 2013 in Prüfkammer-Untersuchungen festgestellt hat.¹⁶ Sie werden teilweise zu den ionischen und damit den persistenteren PFC wie PFHxA und PFOA abgebaut.

In vielen der getesteten Produkte wurden also signifikante Konzentrationen sowohl ionischer als auch flüchtiger PFC gefunden. Zugleich zeigt die Tatsache, dass die gesuchten PFC in immerhin vier Produkten nicht nachgewiesen werden konnten, dass Alternativen möglich sind – und dass die Hersteller bereits mit der Umsetzung begonnen haben.

Outdoor-Marken haben Greenpeace und unseren Unterstützern vielfach versichert, dass ionische C8-PFC wie PFOS und PFOA bereits aus der Produktion von Outdoor-Bekleidung entfernt wurden. Ein Beispiel sind die Antworten der Outdoor-Marken auf Anfragen von Greenpeace-Unterstützern¹⁷: Einige Hersteller gaben an, dass sie die C8-Chemikalien (einschließlich PFOS und PFOA) in ihrer Produktion bereits stufenweise abgeschafft hätten.^{18 19}

Es kann daher nur eine Schlussfolgerung geben: Die Entfernung ALLER – nicht nur der ionischen – PFC aus sämtlichen Outdoor-Produkten. Diese Forderung wird von vielen Wissenschaftlern unterstützt. Die Empfehlung, PFC nicht in der Herstellung von Konsumgütern einschließlich Textilien zu verwenden, wurde von über 200 Wissenschaftlern aus 38 Ländern durch das „Madrid Statement“ unterzeichnet.²⁰

Zeit zu handeln.

Zeit zu entgiften!

www.greenpeace.de/detox

¹ OECD (2013). Synthesis Paper On Per- and Polyfluorinated Chemicals (PFCs), http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/PFC_FINAL-Web.pdf

² ECHA (2014), Germany and Norway propose a restriction on Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA -related substances; the proposal is for a restriction on the manufacturing, use and placing on the market of Perfluorooctanoic acid (PFOA) and its salts, including substances that may degrade to PFOA

(PFOA-related substances), in concentrations equal to or greater than 2 ppb.
<http://echa.europa.eu/documents/10162/3b6926a2-64cb-4849-b9be-c226b56ae7fe>

³ Greenpeace (2015). Footprints in the snow, Hazardous PFCs in remote locations around the globe
http://detox-outdoor.org/assets/uploads/Report%20RAE/RAE_report_08_2015_english_final.pdf

⁴ OECD (2013), op.cit

⁵ Madrid Statement (2015). <http://greensciencepolicy.org/madrid-statement/>

The Madrid Statement is based on: M. Scheringer, X. Trier, I. Cousins, P. de Voogt, T. Fletcher e, Z. Wang, T. Webster: Helsingør Statement on poly- and perfluorinated alkyl substances (PFASs), Chemosphere, Volume 114, November 2014, Pages 337–339,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004565351400678X>

⁶ Greenpeace e.V. (2012). Chemistry for any weather, Greenpeace tests outdoor clothes for perfluorinated toxins, October 2012;
<http://www.greenpeace.org/romania/Global/romania/detox/Chemistry%20for%20any%20weather.pdf>

⁷ Greenpeace e.V. (2014). A red card for sportswear brands, Greenpeace tests shoes in the prerun of World Champion Ship, May 2014,
<http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/toxics/2014/Detox-Football-Report.pdf>

⁸ Greenpeace e.V. (2013). Chemistry for any weather, Part II, Executive Summary, December 2013;
http://m.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2013/toxics/ExecSummary_Greenpeace%20Outdoor%20Report%202013_1.pdf

⁹ Madrid Statement (2015), op.cit.

¹⁰ The EU regulatory limit for PFOS in textiles is 1 µg/m², where its marketing and use within the EU has been prohibited for certain uses since 2008. The EU regulatory limit for PFOS is taken as comparative value for PFOA which is closely related to PFOS (similar hazardous properties). In addition, the sale of textiles containing PFOA above 1 µg/m² will be prohibited in Norway from June 2014. Three of the samples contained PFOA at concentrations above the 1 µg/m² limit in both sampling checks. Our investigations have shown that concentrations of ionic PFC can vary widely, not only between products but within different parts of the same product

¹¹ The sale of textiles containing PFOA above 1 µg/m² was prohibited in Norway from June 2014

¹² ECHA (2014), op.cit.

¹³ X:Y-FTOH: Telomers are derived from alcohols (-OH). Figure X stands for the number of fluorinated carbon atoms, figure Y for the number of non-fluorinated carbon atoms. Because some carbon atoms in telomers are never fluorinated, these are called polyfluorinated and not perfluorinated. FTOHs are more volatile than ionic perfluorinated carboxylic acids (PFCAs)

¹⁴ Walters A, Santillo D.: Uses of Perfluorinated Substances, Greenpeace Research Laboratories Technical Note 06/2006 (<http://www.greenpeace.to/greenpeace/wp-content/uploads/2011/05/uses-of-perfluorinated-chemicals.pdf>) and Walters A, Santillo D, Johnston P: An Overview of Textiles Processing and Related Environmental Concerns (<http://www.greenpeace.org/seasia/th/Global/seasia/report/2008/5/textile-processing.pdf>)

¹⁵ Brigden K., Santillo D., Santen M.: Per- and poly-fluorinated chemicals in branded waterproof clothing, footwear, hiking and camping equipment. Greenpeace Research Laboratories Technical Report 01-2016, January 2016

¹⁶ Greenpeace e.V. (2013). Op.cit.

¹⁷ <http://www.greenpeace.org/international/en/news/Blogs/makingwaves/detox-outdoors/blog/54-178/>

¹⁸ Some details of brand statements here: <https://medium.com/@DetoxOutdoor/pfc-quest-results-694e5f62902d#.7noxfkdn>

¹⁹ <http://detox-outdoor.org/en/quests/>

²⁰ Madrid Statement (2015), op.cit. Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC)