

# Es liegt was in der Luft

## GORE-TEX® Gloves + Gore warm technology

Keeps your hands warmer for longer; whole system engineered to enable higher insulation performance.

EXPERIENCE THE DIFFERENCE

GREENPEACE

Polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Raumluft von Outdoor-Geschäften

Juli 2016

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
Was sind per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC)? .....	4
Wo wurde gemessen?.....	5
Ergebnisse der Luftmessungen.....	5
Messungen mit Langzeitprobenahme über 20 bis 30 Stunden.....	7
Messungen mit Kurzzeitprobenahme über 50 Minuten.....	9
Schlussfolgerung und Empfehlung.....	9
Anhang.....	10
Literatur.....	17

APC PNA 384 N

# Zusammenfassung

In einer neuen Untersuchung hat Greenpeace in Geschäften, die Kleidung und Outdoor-Ausrüstung mit per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC<sup>1</sup>) verkaufen, die Raumluft untersucht. In europäischen Flagship-Stores der Marken Mammut, The North Face, Norrona und Haglöfs wurden im Vergleich zur Luft in Büro- und Lagerräumen 20- bis 60-fach höhere PFC-Konzentrationen gemessen. Auch Messungen, die in taiwanesischen Outdoor-Geschäften durchgeführt wurden, zeigen deutlich höhere Konzentrationen als in vergleichbaren Räumen. Im Vergleich zur Außenluft liegen die in Outdoor-Fachgeschäften gemessenen Konzentrationen etwa 1000-fach<sup>2</sup> höher.

In Produkttests der Jahre 2012, 2013, 2014 und 2016 stellte Greenpeace PFC in Outdoor-Ausrüstung wie Jacken und Hosen, Schuhe, Rucksäcke, Schlafsäcke, Zelte, Lederhandschuhe und Badebekleidung fest.<sup>3, 4, 5, 6, 7, 8, 9</sup> Die am häufigsten gefundenen PFC waren Perfluorocarbon- und Perfluorsulfonsäuren (ionische perfluorierte Chemikalien) sowie Fluortelomeralkohole und Fluortelomeracrylate (volatile polyfluorierte Chemikalien).

Die in der Innenraumluft von Outdoor-Stores gefundenen volatilen polyfluorierten Telomer-Alkohole und Acrylate können in der Umwelt oder nach Aufnahme in den Körper unter anderem zu den gesundheitlich bedenklichen Perfluorcarbonsäuren wie PFHxA und PFOA abgebaut werden. PFOA ist eine Chemikalie mit besonders gefährlichen Eigenschaften. Sie ist unter REACH als besonders bedenkliche Substanz eingestuft und reguliert (SVHC).<sup>10</sup>

# Was sind per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC)?

Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften (fett- und wasserabweisend, atmungsaktiv, sehr stabil) werden PFC in vielen Produkten eingesetzt, zum Beispiel in Feuerlöschschäumen, fettabweisenden Papieren für Lebensmittel und schmutzabweisenden Teppichböden. Wichtige Produkte sind auch atmungsaktive und wasserdichte Membrane sowie die schmutz- und wasserabweisende Ausrüstung von Textilien.

Seit einigen Jahren ist die Textilindustrie dazu übergegangen, statt der verbotenen PFOS und der stark gesundheitsgefährdenden PFOA kurzkettige PFC, unter anderem Fluortelomeralkohole (FTOH) einzusetzen. Diese werden in größeren Mengen für Textilien verwendet, um gegenüber PFOA vergleichbare funktionale Wirkungen zu erzielen.

Einmal freigesetzt, können sich diese leicht flüchtigen, zum Teil kürzerkettigen Verbindungen schnell über Luft und Wasser ausbreiten. In der Umwelt werden sie nur langsam abgebaut. Wenn FTOH mit der Nahrung oder der Atemluft in den Körper aufgenommen werden, können sie unter anderem zu den Perfluorcarbonsäuren, die sie eigentlich ersetzen sollen, abgebaut werden.<sup>11</sup> 8:2 FTOH können beispielsweise zu PFOA abgebaut werden.

PFOA und vier weitere langkettige PFCA sind unter EU-REACH als besonders bedenkliche Substanzen (SVHC) eingestuft.<sup>12</sup> Derzeit wird die Regulierung zu Einschränkung und Verbrauch von PFOA erarbeitet.<sup>13</sup>

Kurzkettige Alternativen zu PFOA, beispielsweise PFHxA – ein kurzkettiges Äquivalent zu PFOA – sind genauso langlebig in der Umwelt.<sup>14</sup> Deshalb wird der steigende Verbrauch dieser Chemikalien weltweit zu einer erhöhten Exposition der Bevölkerung führen. Global werden die Konzentrationen an kurzkettigen PFC in Wasser, Boden und Luft zunehmen und für Jahrzehnte verbleiben, auch wenn ihre

Nutzung jetzt eingestellt werden würde. Wegen ihrer Langlebigkeit und des Potentials zu Bioakkumulation sind kurzkettige PFC daher keine sichere Alternative.<sup>15</sup>

Mit einer umfangreichen Studie hat Greenpeace im September 2015 gezeigt, dass sich PFC inzwischen über den gesamten Globus verteilt haben und in den entlegensten Gebieten nachzuweisen sind.<sup>16</sup> An allen Probenahmeorten wurden PFC im Schnee nachgewiesen und auch in den entferntesten Gebirgsseen sind diese Chemikalien zu finden.

Wissenschaftliche Studien belegen, dass die bioakkumulativen PFC weltweit auch im menschlichen Blut nachweisbar sind. Sogar im Nabelschnurblut und im Blut von Neugeborenen findet man die Chemikalien.<sup>17</sup> Dies ist besorgniserregend, da einige PFC vergleichsweise lange im menschlichen Körper zirkulieren. Im Tierversuch schädigen einige PFC die Fortpflanzung oder fördern das Wachstum von Tumoren.<sup>18</sup> Epidemiologische Studien vermuten einen Zusammenhang zwischen PFOA-Belastungen und Übergewicht, verminderter Fruchtbarkeit, Immunstörungen und Schilddrüsen-Erkrankungen.<sup>19</sup> Über die Toxizität der flüchtigen FTOH ist trotz ihrer großen Verbreitung bisher vergleichsweise wenig bekannt.

Bereits im Jahr 2013 hat Greenpeace erstmals geprüft, ob und wie viel flüchtige PFC aus Kleidungsstücken ausdünsten.<sup>20</sup> Gefunden wurden insbesondere FTOH. In Prüfkammern hat Greenpeace Outdoor-Jacken auf ihr Potential, flüchtige (volatile) PFC auszudünsten, überprüfen lassen. Spitzenreiter in der Untersuchung waren Jacken von The North Face, Patagonia sowie Adidas und Salewa.

Auch andere wissenschaftliche Studien wiesen in der Luft von Outdoor-Läden im Vergleich zu anderen Räumen eine erhöhte Konzentration von PFC nach.<sup>21, 22, 23</sup>

# Wo wurde gemessen?

Für die vorliegende Untersuchung führte Greenpeace im Frühjahr 2016 Luftmessungen in europäischen und taiwanesischen Outdoor-Läden durch. In Europa wurde die Innenraumluft in 13 Flagship-Stores der Outdoor-Marken Mammut und The North Face in Deutschland (Berlin, Wolfsburg, Hannover), der Schweiz (Zürich) und in Italien (Mailand und Turin) sowie der Marken Haglöfs und Norrona in Schweden (Stockholm) und Norwegen (Oslo) geprüft. In Taiwan wurden Messungen in drei nicht markenspezifischen Outdoor-Läden (Taipei) durchgeführt. Zum Vergleich wurde die Raumluft in Büroräumen, Seminarräumen sowie in Lagerräumen für Outdoor-Ausrüstung in den Greenpeace-Büros in Hamburg und Taipei untersucht. Eine Vergleichs-Probe stammt aus einem Bekleidungs-Geschäft ohne Outdoor-Textilien in Hamburg, eine weitere aus einem Geschäft mit handgefertigter Bekleidung in Taipei.

Wenn möglich, wurden die Messungen mit einer Langzeitprobenahme über 20 bis 30 Stunden am Wochenende vorgenommen, während die Läden geschlossen waren. In der Regel sind die Räume dann weniger gut belüftet als während der Öffnungszeiten.

Für die Messungen in den Stores von The North Face sowie in einigen Läden von Mammut, Norrona und Haglöfs wurde eine zweite Messmethode gewählt, die während der Öffnungszeiten mit kürzerer Probenahmedauer von 50 Minuten durchgeführt wurde. In diesen Messungen ist mit anderen Lüftungsbedingungen zu rechnen, weil beispielsweise Klimaanlage in Betrieb sind oder Türen und Fenster geöffnet sein können.

Mit dieser Studie betritt die unabhängige Umweltschutzorganisation Greenpeace wissenschaftliches Neuland: Bisher gibt es nur wenige Studien über das Ausdünsten von PFC aus Textilien. Studien über Skiwaxer haben jedoch bereits gezeigt, dass die Exposition von 8: 2 FTOH in der Raumluft zu PFOA-Befunden im Blut der Mitarbeiter in Ski- oder Snowboardwachs-Betrieben führt.<sup>24</sup> Weitere Studien zeigen, dass flüchtige PFC wie FTOH zu den korrespondierenden, perfluorierten Carbonsäuren abgebaut werden können.<sup>25</sup>

## Ergebnisse der Luftmessungen

- Die vorliegende Untersuchung weist deutlich höhere PFC-Konzentrationen in Räumen mit Outdoor-Ausrüstung als in Vergleichsräumen ohne nennenswerte PFC-Quellen auf.
- PFC in signifikanten Konzentrationen wurden in Flagship-Stores von allen Outdoor-Marken gefunden.
- Die höchsten PFC-Werte wurden – sowohl in Langzeit- als auch in Kurzmessungen – in deutschen Filialen der Schweizer Marke Mammut gemessen, gefolgt vom Haglöfs-Geschäft in Oslo.
- Das PFC-Muster in der Raumluft europäischer Filialen unterschied sich vom Muster in den taiwanesischen Geschäften. In Europa dominierten kurzzeitige PFC wie 6: 2 FTOH, aber auch langkettige PFC wie 8: 2 FTOH wurden gefunden. In Taiwan dominierten die langkettigen PFC.



Die in Outdoor-Shops getestete Luft enthielt 60 mal mehr PFC als diejenige von Vergleichsräumen und 1000 mal mehr als die Luft draussen.



# Messungen mit Langzeitprobenahme über 20 bis 30 Stunden

Die Ergebnisse der Langzeitmessungen in Outdoor-Geschäften sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Vergleichsmessungen in Büro- und Lagerräumen finden sich in Tabelle 2. Eine Darstellung der Messergebnisse zeigt Grafik 1.

Diese Untersuchungen zeigen in fast allen Messungen signifikant höhere Konzentration an PFC in der Raumluft von Geschäften mit Outdoor-Ausrüstung im Vergleich zu Räumen ohne Funktionsbekleidung.

In Flagship-Stores der Marke Mammut wurden PFC-Konzentrationen zwischen 70 und ca. 197ng/m<sup>3</sup> gemessen. Die höchsten Konzentrationen der Langzeitmessungen fanden sich in Mammut-Geschäften in Wolfsburg (197ng/m<sup>3</sup>) und Hannover (176ng/m<sup>3</sup>). In einem Geschäft der schwedischen Marke Haglöfs in Oslo wurden 155ng/m<sup>3</sup> an PFC gefunden. Im Mammut-Geschäft in Zürich wurden 71ng/m<sup>3</sup> festgestellt.

Als Vergleich wurde die Raumluft in Büroräumen der deutschen Greenpeace-Zentrale in Hamburg und die Lagerräume der Greenpeace-Aktionsabteilung, die mit wasserdichtem und wasserabweisendem Aktions- und Outdoor-Equipment <sup>26</sup> bestückt sind, untersucht. In Büroräumen liegt die PFC-Konzentration zwischen der Bestimmungsgrenze (LOQ: Limit of Quantification) und ca. 3,1ng/m<sup>3</sup>. Im Aktionsbereich wurden 3,4ng/m<sup>3</sup> gemessen (siehe Tabelle 2).

Somit ist die PFC-Konzentration in den europäischen Outdoor-Läden etwa 20 bis 60 Mal höher als in den Vergleichsräumen.

Auch in Taiwan wurden Langzeitmessungen durchgeführt, siehe Tabellen 1 und 2 bzw.

Grafik 1. In Outdoor-Läden in Taipei liegen die Messwerte zwischen 53 und 148ng/m<sup>3</sup>, ähnlich den europäischen Werten.

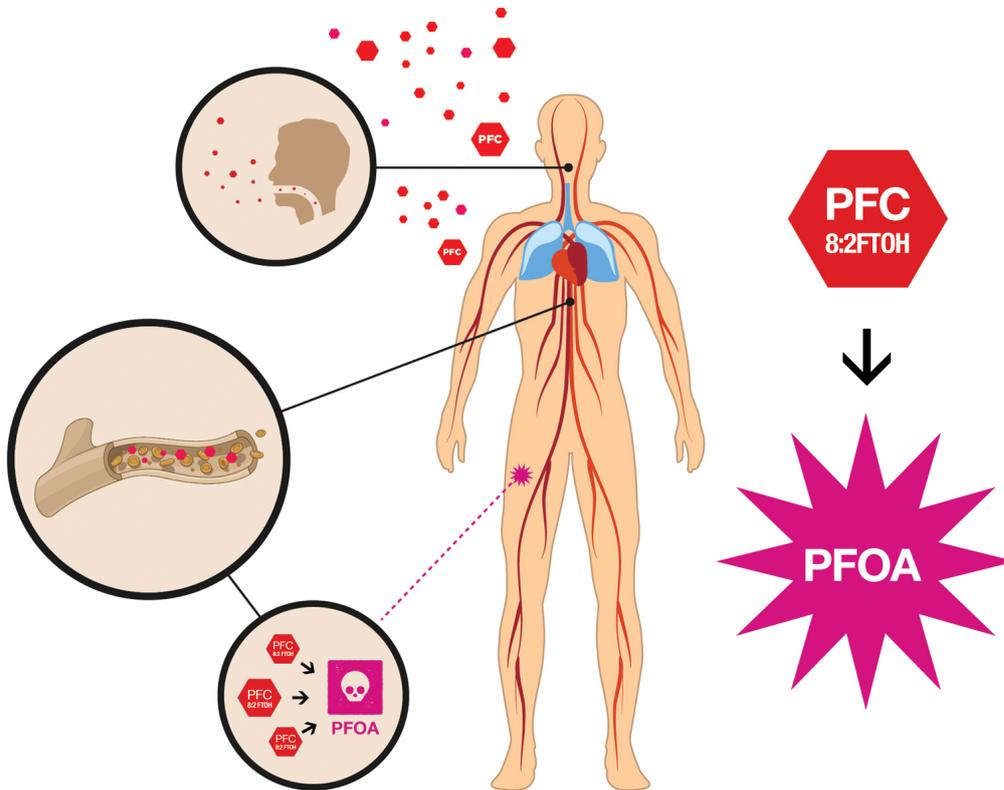
In Vergleichsmessungen wurden 10,1ng/m<sup>3</sup> bzw. 28,2ng/m<sup>3</sup> in Büroräumen von Greenpeace East Asia gemessen.<sup>27</sup> In einem Bekleidungsgeschäft ohne Outdoor-Produkte liegt die PFC-Konzentration bei 2,1ng/m<sup>3</sup>.

Auffallend ist, wie sich die Zusammensetzung der gemessenen Substanzen in Taiwan und den europäischen Läden unterscheidet.

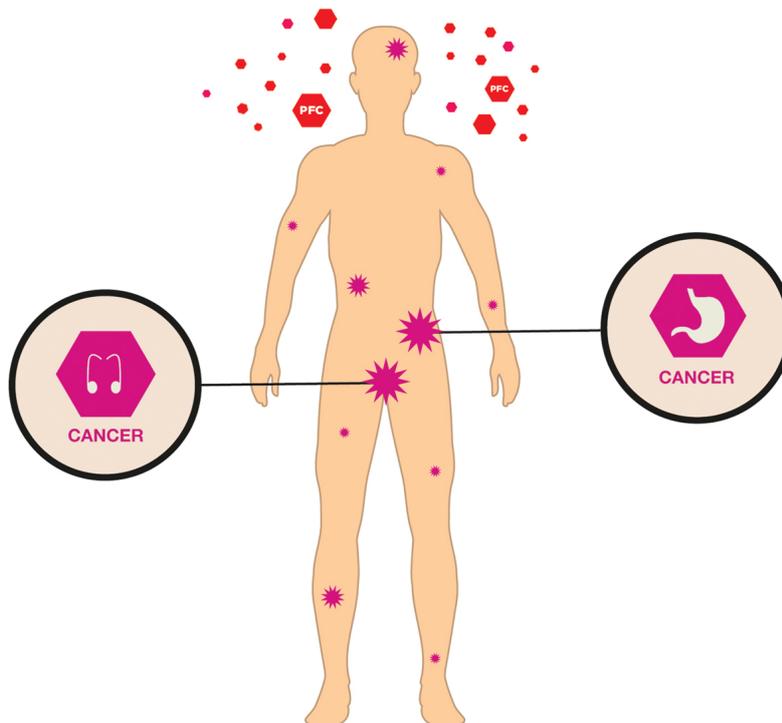
In Outdoor-Geschäften in Deutschland, der Schweiz und Norwegen dominierten die kurzkettigen Fluortelomere, insbesondere 6:2 FTOH, mit jeweils 72 bis 98% Anteil an der PFC-Gesamtkonzentration. Daneben wurden mit 2 bis 21% die langkettigen 8:2 FTOH bzw. 8:2 FTA gemessen. Aus diesen kann durch Abbaureaktionen PFOA entstehen, eine Substanz, die als besonders gesundheitsschädlich eingestuft wird.

In den Mammut-Läden in Hannover und Wolfsburg und in dem Haglöfs-Store in Oslo wurde auch das langkettige 10:2 FTOH in Konzentrationen zwischen 3,4 ng/m<sup>3</sup> und 12,6ng/m<sup>3</sup> festgestellt.

Dagegen dominierten in den Outdoor-Geschäften in Taipei die langkettigen PFC-Verbindungen. Der Anteil für 8:2 FTOH an der PFC-Gesamtkonzentration betrug 50% und mehr. Berücksichtigt man alle langkettigen Fluortelomere wie z.B. auch 10:2 FTOH so lag der Anteil langkettiger PFC in zwei Messungen in Taipei bei ca. zwei Drittel.



Flüchtige PFC in der Luft können zu erhöhten PFC-Werten im Blut führen. Wird beispielsweise die PFC-Substanz 8:2FTOH eingeatmet, kann sie sich im menschlichen Körper in das giftige und krebserregende PFOA abbauen und bleibt dort für mehrere Jahre.



Exposition zu PFOA wird mit negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit in Zusammenhang gebracht, beispielsweise Hoden- und Nierenkrebs

# Messungen mit Kurzzeitprobenahme über 50 Minuten

Nicht in allen untersuchten Geschäften konnten Langzeitprobenahmen von 20 bis 30 Stunden durchgeführt werden. Hier wurde eine 50-Minütige Kurzzeitmessmethode gewählt, die höhere Bestimmungsgrenzen liefert. Die Messergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt und in Grafik 2 dargestellt. In den Mammut-Stores in Hannover und Wolfsburg sowie im Haglöfs-Store in Oslo wurden beide Methoden angewendet.

Die Höchstkonzentration einer PFC-Kurzzeitmessung mit  $297\text{ng/m}^3$  stammt aus dem Mammut-Store in Berlin am Alexanderplatz. Dies ist das höchste Messergebnis dieser Studie. Die nächsthöchste Konzentration in Kurzzeitmessungen wurde mit  $116\text{ng/m}^3$  im Mammut-Store in Wolfsburg gefunden.

Kurzzeitmessungen wurden während der Öffnungszeiten durchgeführt, wenn normale Lüftungsbedingungen vorlagen. Die Raumluft in Haglöfs-Stores in Oslo und Stockholm wies PFC-Konzentrationen von  $15\text{ng/m}^3$  bzw.  $16\text{ng/m}^3$  auf. In der Raumluft von Norrona-Läden in Oslo bzw. Stockholm waren es  $74\text{ng/m}^3$  bzw.  $54\text{ng/m}^3$ .

In Flagship-Stores der Marke The North Face in Italien wurden ebenfalls Kurzzeitmessungen durchgeführt. In der Raumluft wurden PFC-Konzentrationen von  $58\text{ng/m}^3$  (Mailand) bzw.  $50\text{ng/m}^3$  (Turin) gemessen. Im The North Face Store in Berlin / Alexa wurden keine PFC nachgewiesen.

In der Vergleichsmessung in einem Bekleidungsgeschäft ohne Funktionskleidung wurden keine PFC nachgewiesen, d.h. die PFC-Konzentration liegt hier unterhalb der methodisch bedingten Bestimmungsgrenze.

# Schlussfolgerung und Empfehlung

Die vorliegende Untersuchung zeigt deutlich, dass Mitarbeiter und Kunden in Outdoor-Geschäften erhöhten Konzentrationen an flüchtigen PFC in der Raum- und Atemluft ausgesetzt sind. Studien zur Exposition von Mitarbeitern in Skiwachs-Betrieben zeigen, dass bei hohen Konzentrationen von polyfluorierten PFC in der Raumluft auch im Blut der Mitarbeiter erhöhte PFC-Konzentrationen, u.a. der korrespondierenden perfluorierten Carbonsäuren, festzustellen sind. Auch wenn die Konzentration an diesen Arbeitsplätzen höher ist, so kann doch nicht ausgeschlossen werden, dass auch in Outdoor-Stores z.B. mit der Atemluft aufgenommene 8:2 FTOH im Körper zu der besonders gesundheitsschädlichen Carbonsäuren PFOA umgewandelt wird.<sup>28, 29</sup>

Seit 2011 fordert die „Detox“-Kampagne von Greenpeace Textilunternehmen auf, alle gefährlichen Chemikalien bis 2020 aus der Produktionskette zu entfernen. Inzwischen haben sich mehr als 60 international operierende Marken und Lieferanten verpflichtet, dieses Ziel zu erfüllen.

PFC sind Chemikalien, die besonders schwierig durch umweltfreundlichere Substanzen zu ersetzen sind, wenn gleichwertig funktionale wasserabweisende Ausrüstung oder wasserdichte Membrane für die Outdoor-Ausrüstung gefordert sind. Die Greenpeace-Untersuchungen der Raumluftqualität geben umso mehr Anlass, die Forschung und Entwicklung ungefährlicher Alternativen für die Textilproduktion zu verstärken. Die Raumluftqualität muss auch verbessert werden, um Kunden und Beschäftigte vor unerwünschter Exposition von flüchtigen PFC schützen zu können.

**Zeit zu handeln - Zeit für Detox!**  
[www.greenpeace.de/detox](http://www.greenpeace.de/detox)

## Anhang 1: Vergleich mit anderen Studien

Die von Greenpeace in Outdoor-Läden gemessenen PFC-Konzentrationen sind vergleichbar mit bekannten Studien (Langer et al 2010: 177ng/m<sup>3</sup> - 460ng/m<sup>3</sup>; Schlummer et al. 2013: 120ng/m<sup>3</sup> - 380ng/m<sup>3</sup>). Auch hier liegen die gemessenen PFC in der Raumluft von Outdoor-Läden um ein Vielfaches über den Konzentrationen in Räumen ohne offensichtliche PFC-Quellen. Dort werden in der Regel PFC-Konzentrationen von weniger als 10ng/m<sup>3</sup> gefunden.<sup>30, 31, 32</sup> Verglichen mit Außenluft-Werten finden sich in Outdoor-Läden mehr als 1000-fach höhere PFC-Konzentrationen. Wissenschaftler fanden in der Hamburger Luft <sup>33</sup> weniger als 1 ng/m<sup>3</sup> und in der Meeresluft über dem Atlantik <sup>34</sup> weniger als 0,1 ng/m<sup>3</sup>.

Die Messungen zeigen außerdem, dass die Bestrebungen der Outdoor-Industrie, langkettige durch kürzerkettige PFC zu ersetzen, Einfluss auf die Zusammensetzung der Innenraumluft nach sich ziehen. Greenpeace findet aktuell in den untersuchten europäischen Flagship-Stores höhere Konzentrationen an kurzkettingen PFC (z.B. 6:2FTOH) als vergleichbare wissenschaftliche Studien, die vor wenigen Jahren veröffentlicht wurden.<sup>35</sup> Hingegen liegen die Konzentrationen an langkettigen Verbindungen wie 8:2 FTOH und 10:2 FTOH niedriger. Auch die Vergleichsmessungen in Büro- und Seminarräumen ohne offensichtliche PFC-Quellen zeigen eine höhere Konzentration an 6:2 FTOH, als in wissenschaftlichen Studien für Schulen oder Wohnräume berichtet wird.<sup>36</sup> Im Vergleich zeigen die Messungen in Taipei nach wie vor einen höheren Anteil an längerkettigen PFC in der Raumluft von Outdoor-Geschäften.

# Anhang 2: Messmethoden

## Langzeitmessungen

Die Luftproben mit Langzeitprobenahme wurden in Deutschland, Schweiz, Norwegen und Taiwan gezogen.

Es wurden ISOLUTE ENV + SPE-Kartuschen verwendet, die Sammelrate mit konstantem Luftstrom betrug 9L/min, die Probenahmedauer variierte zwischen 20 und 30 Stunden. Das Sammelvolumen betrug zwischen 11 und 19m<sup>3</sup>. Das Messgerät (Luftprobenahmesystem APC PNA 384N) wurde - wenn möglich - in der Mitte des Raumes platziert in einer Höhe zwischen 50 cm und 1,5 m.

Die Probenahmen in den Läden wurden überwiegend am Wochenende durchgeführt, wenn die Geschäfte geschlossen waren. In Taipei wurde die Probenahme in Shop 1 und 3 durchgehend während Öffnungs- und Schließungszeiten durchgeführt, in Shop 2 wurde nur während der Öffnungszeiten gemessen.

Nach der Probenahme wurden die Kartuschen fest in Aluminiumfolie eingewickelt. Die Extraktion der Kartuschen erfolgte im Ultraschall mit Methyl-tert-butylether (MTBE). Trennung und Detektion der Ziel-Analyten erfolgte durch Gaschromatographie mit gekoppeltem Massenspektrometer (GC-MS) im SIM-Modus (Selected Ion Monitoring) unter Verwendung positiv chemischer Ionisierung.

## Kurzzeitmessungen

Luftproben wurden in Deutschland, Italien, Norwegen und Schweden gezogen.

Die Probenahme erfolgte mit Luftprobenentnahmesystem Holbach BiVOC2 mit Tenax-Röhrchen und konstantem Luftstrom von 0,2 L / min über 50 Minuten. Das Sammelvolumen betrug zwischen 10 und 11 Liter. Das Messgerät wurde in einem PFC-freien Leinenbeutel transportiert, aus dem die Rohröffnung 10 Zentimeter herausreichte. Die Probenahme wurde durch Herumlaufen im Laden auf einer Höhe zwischen 50 cm und 1 m durchgeführt.

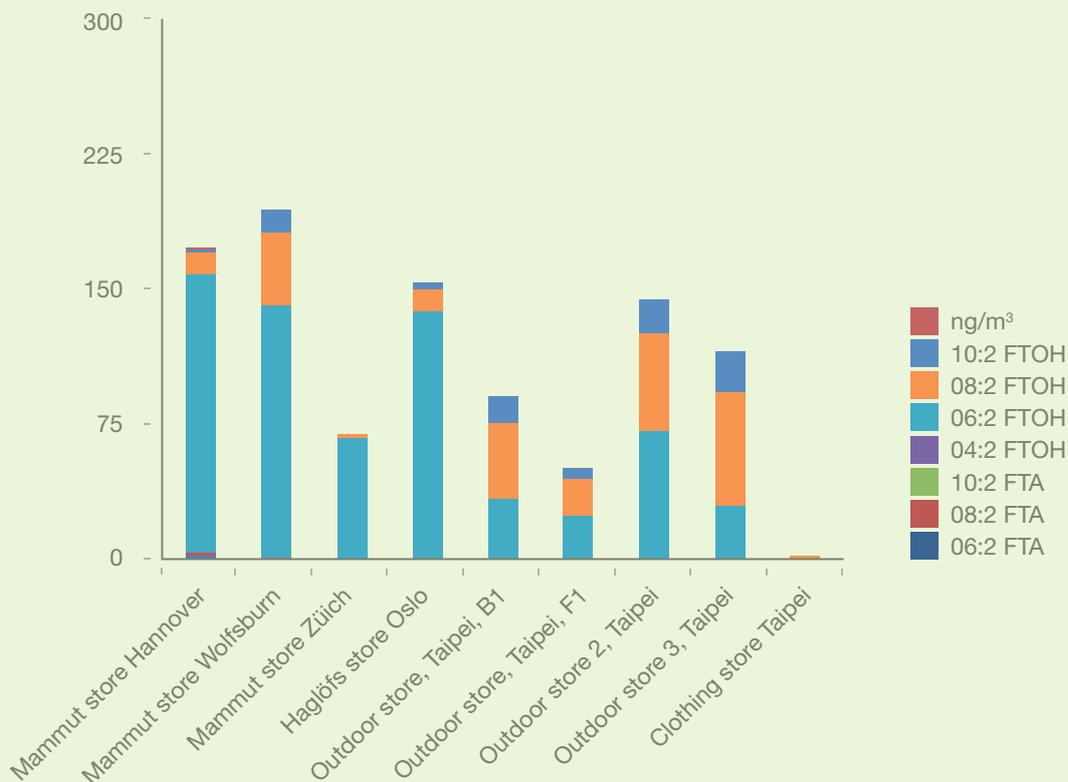
Die Probenahme in den Läden fand während der normalen Geschäftszeiten statt.

Nach der Probenahme wurden die Röhrchen dicht durch Metall-Schraubverschluss verschlossen und in einer mit Aktivkohle beschichteten Transporttasche aufbewahrt.

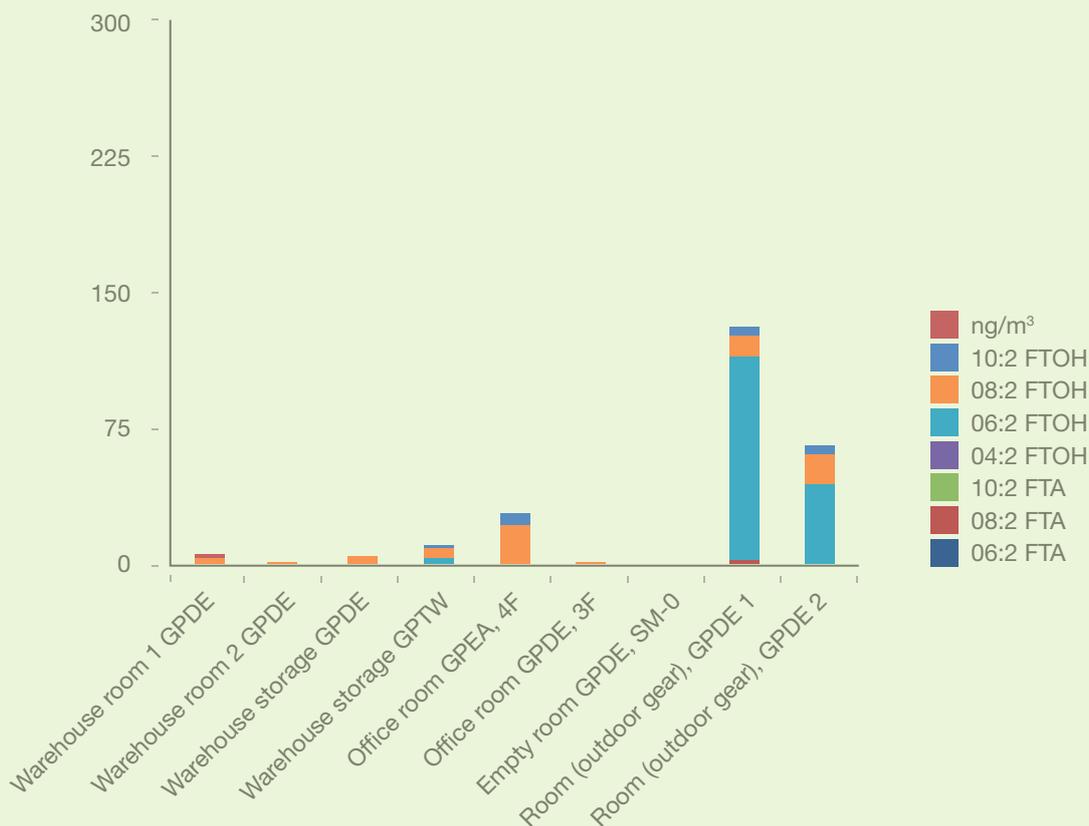
Die TENAX-Röhrchen wurden mit Thermodesorption extrahiert. Trennung und Detektion der Ziel-Analyten erfolgte durch GC-MS im SIM-Modus (Single Ion Monitoring), Quantifizierung mit externem Standard nach DIN ISO 16000-6.

# Anhang 3: Ergebnisse – Grafiken und Tabellen

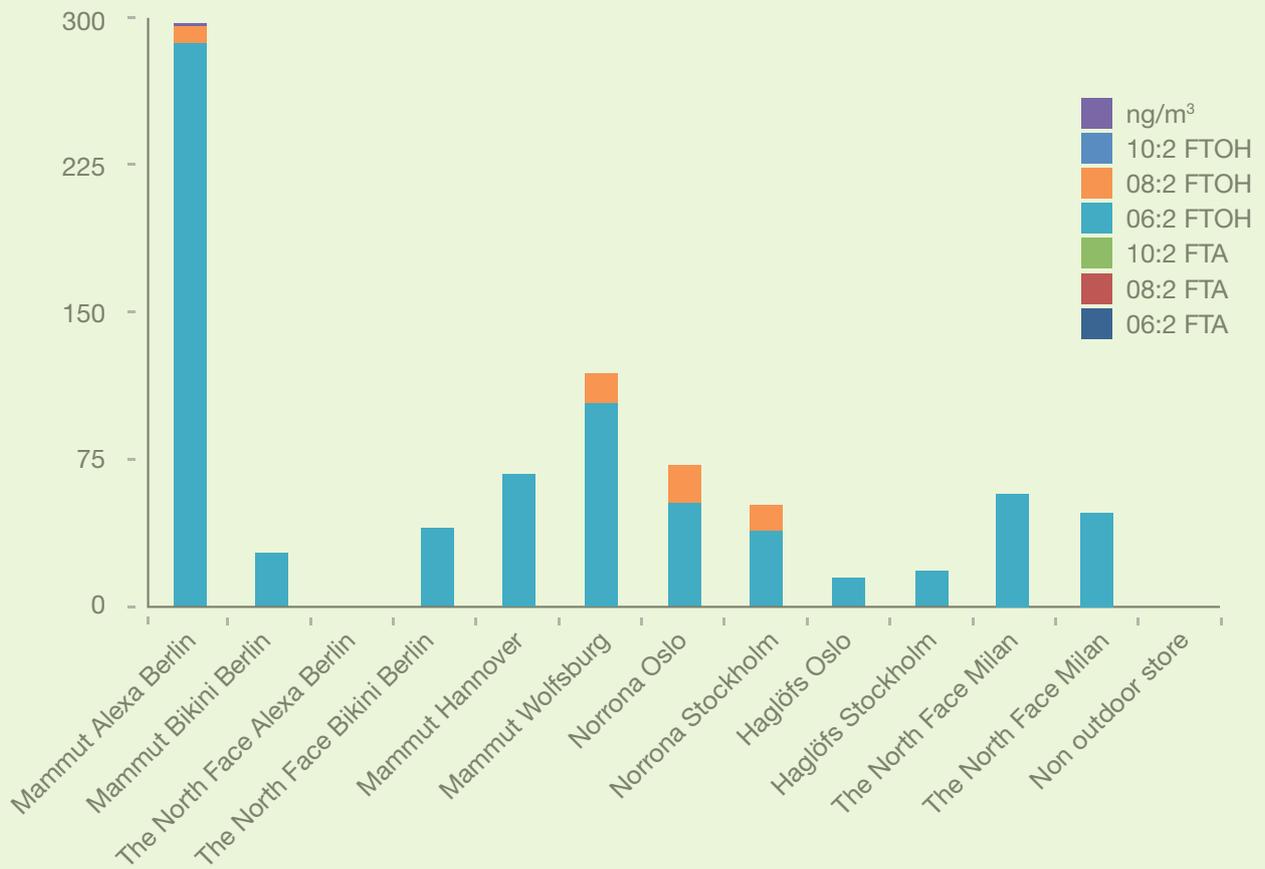
Grafik 1: PFC-Langzeitmessungen in Outdoor-Geschäften in Europa und Taiwan, Konzentrationsangaben in ng/m<sup>3</sup>



Grafik 2: PFC-Langzeitmessungen in Vergleichsräumen, Büro- und Lagerräume in den Greenpeace-Standorten Hamburg und Taipei, Konzentrationsangaben in ng/m<sup>3</sup>



Grafik 3: PFC-Kurzzeitmessungen in Outdoor-Stores in Europa, Konzentrationsangaben in ng/m<sup>3</sup>



**Tabelle 1: Ergebnisse der Luftmessungen in Outdoor Geschäften in Europa und Taiwan, Langzeitmessungen, Konzentrationsangabe in ng/m<sup>3</sup>**

Sample no.	AS-2016-07	AS-2016-08	AS-2016-09	AS-2016-17	AS-2016-10	AS_2016-11	AS_2016-15	AS_2016-16	AS_2016-12
Dates	06.02.2016 - 08.02.2016	06.02.2016 - 08.02.2016	13.02.2016 - 15.02.2016	09.04.2016 - 11.04.2016	21.03.2016 - 22.03.2016	22.03.2016 - 24.03.2016	13.04.2016 - 15.04.2016	30.03.2016 - 31.03.2016	24.03.2016 - 25.03.2016
Location	Mammut store Hannover	Mammut store Wolfsburg	Mammut store Zürich	Haglöfs store Oslo	Outdoor store 1 – basement, Taipei*	Outdoor store 1 – 1st floor, Taipei*	Outdoor store 2, Taipei#	Outdoor store 3, Taipei*	Handmade clothing shop Taipei
Sample volume	18.2 m <sup>3</sup>	17.8 m <sup>3</sup>	19.0 m <sup>3</sup>	19.0 m <sup>3</sup>	13.9 m <sup>3</sup>	14.1 m <sup>3</sup>	10.3 m <sup>3</sup>	14.1 m <sup>3</sup>	13.5 m <sup>3</sup>
6:2 FTA	2.7	<2.2	<2.1	<0.8	<1.2	<1.1	<1.9	<1.1	<1.1
8:2 FTA	1.5	2.0	<0.9	<0.8	<1.1	<1.1	<1.5	<1.1	<1.1
10:2 FTA	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1	<1.5	<1.1	<1.1
4:2 FTOH	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1	<1.5	<1.1	<1.1
6:2 FTOH	157	142	68.9	140	34.8	26.5	72.6	30.7	<1.1
8:2 FTOH	10.8	40.3	1.6	11.6	42.3	20.8	55.0	63.1	2.1
10:2 FTOH	3.4	12.6	<0.8	3.6	14.5	5.7	20.0	22.3	<1.1
MeFOSA	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1	<1.5	<1.1	<1.1
EtFOSA	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1	<1.5	<1.1	<1.1
MeFOSE	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1	<1.5	<1.1	<1.1
EtFOSE	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1	<1.5	<1.1	<1.1
Sum PFCs	176	197	71	155	92	53	148	117	2.1
6:2 FTOH as % of total PFC	89	72	98	90	38	50	49	26	0
8:2 FTOH as % of total PFC	6	20	2	7	46	39	37	54	100

<LOQ = engl. Limit of Quantification. Bedeutet, die gefundene Konzentration liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze.  
\*Probenahmen fanden während wie ausserhalb Öffnungszeiten statt. #Probenahmen fanden während Öffnungszeiten statt.

## Tabelle 2: Ergebnisse von Vergleichsmessungen, Langzeitmessungen, Konzentrationsangabe in ng/m<sup>3</sup>

Sample no.	AS-2015-01	AS-2015-02	AS-2015-05	AS-2015-06	AS-2015-07	AS-2015-08	AS-2016-04	AS-2016-13	AS_2016-14
Dates	28.12.2015 - 29.12.2015	29.12.2015 - 30.12.2015	08.01.2016 - 10.01.2015	28.12.2015 - 29.12.2015	29.12.2015 - 30.12.2015	06.01.2016 - 07.01.2016	03.02.2016 - 05.02.2016	25.03.2016 - 27.03.2016	27.03.2016 - 28.03.2016
Location	Warehouse - seminar room 1 GPDE, Hamburg	Warehouse - seminar room 2, GPDE, Hamburg	Warehouse - tool storage near floaters, GPDE, Hamburg	Office room 3.12 open-plan office, GPDE, Hamburg	Small room 3.61, tiled walls and floor (empty), GPDE, Hamburg	Small Room 3.61 mit 40 ausgepackten Proben aus  Outdoor-Produkttest, Probe 1	Small Room 3.61 mit 40 ausgepackten Proben aus  Outdoor-Produkttest, Probe 2	Greenpeace office, 4th floor GPEA, Taipei	Greenpeace warehouse, climbing gear room, GPEA, Taipei
Sample volume	13.8 m <sup>3</sup>	13.6m <sup>3</sup>	18.8 m <sup>3</sup>	16.9 m <sup>3</sup>	18.0 m <sup>3</sup>	18.5 m <sup>3</sup>	18.2 m <sup>3</sup>	13.7 m <sup>3</sup>	13.7 m <sup>3</sup>
6:2 FTA	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	<0.8	<2.2	<1.1	<1.1
8:2 FTA	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	3.1	<0.8	<1.1	<1.1
10:2 FTA	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	0.8	<0.8	<1.1	<1.1
4:2 FTOH	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1
6:2 FTOH	1.7	1.8	1.1	0.9	<0.8	103	43.2	1.2	2.6
8:2 FTOH	1.2	1.3	2.3	1.0	<0.8	16.9	18.0	20.8	6.0
10:2 FTOH	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	5.3	4.7	6.2	1.5
MeFOSA	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1
EtFOSA	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1
MeFOSE	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1
EtFOSE	<1.1	<1.1	<0.8	<0.9	<0.8	<0.8	<0.8	<1.1	<1.1
Sum PFCs	2.9	3.1	3.4	1.9	<LOQ	129	65.9	28.2	10.1

<LOQ = engl. Limit of Quantification. Bedeutet, die gefundene Konzentration liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze.

### Tabelle 3: Ergebnisse Kurzzeitmessungen in europäischen Outdoor Geschäften, Konzentrationsangaben in ng/m<sup>3</sup>

Sample no.	AS-2016-104	AS-2016-105	AS-2016-106	AS-2016-107	AS-2016-108	AS-2016-109	AS-2016-110	AS-2016-111	AS-2016-113	AS-2016-112	AS-2016-114	AS-2016-115	AS-2016-116
Dates	20.02.2016	20.02.2016	20.02.2016	20.02.2016	20.02.2016	20.02.2016	20.02.2016	09.04.2016	11.04.2016	10.04.2016	10.04.2016	05.03.2016	05.03.2016
Location	Mammut store Alexa Berlin	Mammut store Bikini Berlin	The North Face store Alexa Berlin	The North Face store Bikini Berlin	Non outdoor store Hamburg	Mammut store Hannover	Mammut store Wolfsburg	Norrona store Oslo	Haglöfs store Oslo	Norrona store Stockholm	Haglöfs store Stockholm	The North Face store Milan	The North Face store Turin
Sample volume	10.2 L	10.1 L	10.2 L	10.0 L	10.2 L	10.0 L	10.0 L	10.0 L	9.8 L	10.0 L	9.9 L	10.1 L	11.2 L
6:2 FTA	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10	<10	<10	<10	<5	<5
8:2 FTA	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<10	<10	<10	<10	<5	<5
10:2 FTA	<5	<20	<5	<5	<5	<5	<5	<10	<10	<10	<10	<5	<5
6:2 FTOH	288	27	<5	39	<5	71	101	56	15	42	16	58	50
8:2 FTOH	9	<5	<5	<5	<5	<5	15	18	<10	12	<10	<5	<5
10:2 FTOH	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<20	<20	<20	<20	<5	<5
Totals	297	27	<LOQ	39	<LOQ	71	116	74	15	54	16	58	50
6:2 FTOH as % of total PFC	97	100	-	100	-	100	87	76	100	78	100	100	100
8:2 FTOH as % of total PFC	3	0	-	0	-	0	13	24	0	22	0	0	0

<LOQ = engl. Limit of Quantification. Bedeutet, die gefundene Konzentration ist unterhalb Bestimmungsgrenze.

# Literatur

01. PFCs: Per- and polyfluorierte Chemikalien: Mit PFC sind hier per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) gemeint, nicht aber Perfluorcarbone. PFAS sind aliphatische Substanzen, die ein oder mehrere Kohlenstoffatome enthalten, an denen alle an Kohlenstoffatomen gebundenen Wasserstoffatome der analogen, nicht fluorierten Substanzen durch Fluoratome ersetzt sind. Perfluoralkylsubstanzen sind aliphatische Substanzen, in denen alle H-Atome durch F-Atome ersetzt sind. Polyfluoralkylsubstanzen sind aliphatische Substanzen, in denen alle H-Atome an mindestens einem, aber nicht allen Kohlenstoffatomen durch F-Atome ersetzt sind
02. Dreyer A, Matthias V, Temme C, and Ebinghaus R, (2009). Annual Time Series of Air Concentrations of Polyfluorinated Compounds, Environ. Sci. Technol., 2009, 43 (11), pp 4029–4036, DOI: 10.1021/es900257w, Publication Date (Web): April 27, 2009,
03. 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>
04. Greenpeace e.V. (2013a). 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](http://m.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2013/toxics/ExecSummary_Greenpeace%20Outdoor%20Report%202013_1.pdf)
05. Greenpeace e.V. (2013b), Gefährliche Chemikalien in Bademoden (2013a), [https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/factsheet\\_bademode\\_0.pdf](https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/factsheet_bademode_0.pdf)
06. 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>
07. Greenpeace (2016), Leaving Traces - The hidden hazardous chemicals in outdoor gear - Greenpeace product test 2016 <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/detox/2016/Leaving-Traces.pdf> Technical Report: Leaving Traces – Per- and poly-fluorinated chemicals in branded waterproof clothing, footwear, hiking and camping equipment <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/detox/2016/Leaving-Traces-Technical%20-Report.pdf>
08. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Toxics-reports/A-Little-Story-about-a-Fashionable-Lie/>
09. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Toxics-reports/A-Little-Story-About-the-Monsters-In-Your-Closet/>
10. ECHA (2013). Candidate List of Substances of Very High Concern for authorization. European Chemicals Agency, <http://echa.europa.eu/candidate-list-table>
11. Frömel, T., & Knepper, T.P. (2010) Biodegradation of fluorinated alkyl substances. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 208: 161–177
12. ECHA (2013), op.cit
13. 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>
14. Wang, Z., Ian T. Cousins, I.T., Scheringer, A. (2013) Fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl carboxylic acids (PFCAs), perfluoroalkane sulfonic acids (PFASs) and their potential precursors, Environment International 60 (2013) 242–248. <http://www.greensciencepolicy.org/wp-content/uploads/2014/10/Wang-et-al.-2013.pdf>

15. weitere Informationen siehe Greenpeace 2012, op.cit.
16. Greenpeace e.V. (2015). Foodprints in the snow. Hazardous PFCs in remote locations around the globe. Executive Summary <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/toxics/2015/Footprints-in-the-Snow-Executive-Summary-EN.pdf>
17. OECD (2013). Synthesis Paper On Per- and Polyfluorinated Chemicals (PFCs) [http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/PFC\\_FINAL-Web.pdf](http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/PFC_FINAL-Web.pdf)
18. OECD (2013), op.cit.
19. Fei C, McLaughlin JK, Lipworth L, Olsen J (2009). Maternal levels of perfluorinated chemicals and subfecundity. *Hum Reprod.* 24(5):1200-5.
- Grandjean P, Andersen EW, Budtz-Jørgensen E, Nielsen F, Mølbak K, Weihe P, Heilmann C. (2012). Serum vaccine antibody concentrations in children exposed to perfluorinated compounds. *JAMA.* 307(4):391-7. There is growing evidence that PFOA in particular does other harm, and it is suspected of being an endocrine disruptor. Recent epidemiological studies have suggested an association between PFOA exposure and adiposity (Thorhallur 2012), diminished fertility (Fei 2009), immune disorders (Grandjean 2012) and thyroid diseases (Melzer 2010).
20. Greenpeace e.V. (2013a). Chemie für Gipfelstürmer, December 2013; <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20131212-greenpeace-outdoor-report-2013.pdf>
21. Jahnke A, Huber S, Temme C, Kylin H, Berger U.: Development and application of a simplified sampling method for volatile polyfluorinated alkyl substances in indoor and environmental air, *J. Chromatogr.* 2007, A 1164. 1-9
22. Fromme H., Dreyer A., Dietrich S., Fernbacher L., Lahrz T., Völkel W., Neutral polyfluorinated compounds in indoor air in Germany – The LUPE 4 study, *Chemosphere* 139 (2015) 572–578
23. Schlummer M et al (2013), Detection of fluorotelomer alcohols in indoor environments and their relevance for human exposure, *Environ Int.* 2013 57-58:42-9.
24. Nilsson H, Kärman A, Rotander A, van Bavel B, Lindström G, Westberg H (2013), Professional ski waxers' exposure to PFAS and aerosol concentrations in gas phase and different particle size fractions. *Environ Sci Process Impacts.* 2013 Apr;15(4):814-22.
25. Himmelstein MW, Serex TL, Buck RC, Weinberg JT, Mawn MP, Russell MH (2011). 8:2 fluorotelomer alcohol: a one-day nose-only inhalation toxicokinetic study in the Sprague-Dawley rat with application to risk assessment. *Toxicology.* 2012 Jan 27;291(1-3):122-32. doi: 10.1016/j.tox.2011.11.005. Epub 2011 Nov 22. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22120539> Nilsson H, Kärman A, Rotander A, van Bavel B, Lindström G, Westberg H. (2013a), Biotransformation of fluorotelomer compound to perfluorocarboxylates in humans, *Environ Int.* 2013 Jan;51:8-12. doi: 10.1016/j.envint.2012.09.001. Epub 2012 Nov 6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23138016>
26. Greenpeace unternimmt große Anstrengungen um die von Mitarbeitern und Aktivisten benötigte Outdoor-Ausrüstung auf PFC-freie Produkte umzustellen. Allerdings befinden sich in den Lagerräumen der Organisation nach wie vor Outdoor-Kleidung und andere Produkte, die vermutlich noch PFC enthalten können.
27. Derzeit werden Nachforschungen angestellt, um die Ursache für die im Vergleich zu anderen Büroräumen höhere PFC-Konzentration zu ermitteln.
28. Nilsson et al (2013a). Op.Cit.
29. Nilsson et al. (2013). Op. Cit.
30. Fromme et al (2015). Op.Cit
31. Schlummer et al (2013). Op.Cit.
32. Jahnke et al (2007). Op.Cit.
33. Langer V, Dreyer A, Ebinghaus R (2010). Polyfluorinated compounds in residential and nonresidential indoor air. *Environ Sci Technol* 2010, 44:8075-8081
34. Wang Z, Xie Z, Mi W, Möller A, Wolschke H, Ebinghaus R: Neutral Poly/Per-Fluoroalkyl Substances in Air from the Atlantic to the Southern Ocean and in Antarctic Snow, *Environ. Sci. Technol* 2015
35. Langer et al (2010). Op.cit.
36. Fromme et al (2015). Op.Cit



**Autoren:** Manfred Santen,  
Madeleine Cobbing, Kevin Brigden

**Danksagungen:** Annekatriin Dreyer, Barbara Kafadaroglu (ALAB-Berlin), Ling-Yao Chen, Giuseppe Ungherese, Julia Bangerter, Rosanna Endres.

## GREENPEACE

**Greenpeace Germany**  
Hongkongstraße 10 20457  
Hamburg

Greenpeace ist international, überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mit gewaltfreien Aktionen kämpft Greenpeace für den Schutz der Lebensgrundlagen. Mehr als eine halbe Million Menschen in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt.

[greenpeace.de](http://greenpeace.de)