

# GREENPEACE

---

## **Dauergifte - Bedrohung für das Leben in den Alpen**

Die Belastung von Fischen und Gebirgsseen der Alpen mit neuen schwer abbaubaren und endokrin wirksamen organischen Schadstoffen.

9. Oktober 2002

Manfred Krautter  
Elli Seidl



**Dauergifte - Bedrohung für das Leben in den Alpen**

Die Belastung von Fischen und Gebirgsseen der Alpen mit neuen schwer abbaubaren und endokrin wirksamen organischen Schadstoffen.

**Persistent pollutants endangering life in the Alps**

New organic pollutants highly resistant to breakdown (POPs) and endocrine disruptive are contaminating fish and mountain lakes in the Alps

9. Oktober 2002



*Fotos S. 1 & 2: Schwarzsee ob Sölden, Ötztaler Alpen/Österreich, Sept. 2002, © Greenpeace*

Impressum:

Greenpeace Deutschland  
Große Elbstraße 39  
22767 Hamburg  
Tel. +49-40-306180  
FAX: +49-40-30618100  
e-mail: [mail@greenpeace.de](mailto:mail@greenpeace.de)  
Internet: <http://www.greenpeace.de>

Greenpeace Österreich  
Siebenbrunnengasse 44  
A-1050 Wien  
Tel.: +43-1-545 45 80  
Fax.: +43-1-545 4580-98  
e-mail: [office@greenpeace.at](mailto:office@greenpeace.at)  
Internet: <http://www.greenpeace.at>

Autoren:

Dipl. Ing. chem. Manfred Krautter, Hamburg  
Dr. Elli Seidl, Wien

V.i.S.d.P.: Manfred Krautter

Zur Deckung der Herstellungskosten bitten wir um eine Spende: Postbank Hamburg, BLZ 200 100 20, Konto Nr. 97338207

## Inhaltsverzeichnis:

1	Zusammenfassung.....	4
2	Summary.....	6
3	Dauergifte – eine globale Bedrohung.....	8
3.1	Die globale Verbreitung der Dauergifte.....	8
3.2	Klassische Dauergifte und die UN-POPs-Konvention.....	8
3.3	Die neue Generation von Dauergiften.....	9
3.4	Gesundheitsgefahren durch Dauergifte.....	12
4	Globale Destillation.....	12
4.1	Dauergifte in der Arktis.....	12
4.2	Dauergifte in den Rocky Mountains.....	13
5	Dauergifte in den Alpen.....	14
5.1	Greenpeace-Untersuchungsprogramm von Fischen aus einem hochalpinen See auf Dauergifte der neuen Generation und Umwelthormone.....	14
5.1.1	Untersuchungsziel.....	14
5.1.2	Ergebnis.....	16
5.2	Ergebnisse des Molar-Programms.....	17
5.3	Dauergifte in Gebirgswäldern der österreichischen Alpen.....	18
6	Dauergifte in Tieren.....	20
7	Greenpeace fordert.....	21
8	Danksagung.....	22
9	Literatur.....	22
10	Anhang.....	23
1	Table of Contents:.....	25
11	Summary.....	26
12	Introduction.....	26
13	Objective.....	26
14	Materials and methods.....	26
14.1	PBDEs, HBCD, and PCAs.....	26
14.2	Toxaphene.....	27
14.3	Dioxins, furans and non-ortho substituted CBs.....	27
14.4	Phthalates.....	27
14.5	Lipid content.....	27
15	Results and discussion.....	29
15.1	PBDEs and HBCD.....	29
15.2	PCAs.....	29
15.3	Toxaphene.....	29
15.4	Dioxins, furans and non-ortho substituted CBs.....	29
15.5	Phthalates.....	29
16	Conclusions.....	30
17	References.....	30
18	Tables.....	31

## 1 Zusammenfassung

### Greenpeace-Untersuchung von neuen Dauergiften in den Hochalpen

Fische aus dem 2799 Meter hoch gelegenen Schwarzsee ob Sölden in den österreichischen Öztaler Alpen wurden im Auftrag von Greenpeace auf sechs verschiedene schwer abbaubare organische Schadstoffgruppen, sog. Dauergifte oder POPs (persistent organic pollutants) untersucht. Dieser See ist der höchst gelegene Gebirgssee Europas, in dem Fische vorkommen. Der See liegt fernab von lokalen Schadstoffquellen und bezieht sein Wasser ausschließlich von den benachbarten Berggipfeln. Schadstoffe gelangen ausschließlich oder überwiegend über die Atmosphäre in das Gewässer.

Für diese Studie wurden erstmals Fische (Bergsaibling, Arctic char, *Salvelinus alpinus*) aus einem Hochgebirgssee auf die neuen Dauergifte Bromierte Flammschutzmittel (Polybromierte Diphenylether/PBDEs, Hexabromcyclododecan/HBCD), Chlorparaffine und Phthalate untersucht. Ergänzend wurden Polychlorierte Biphenyle (PCBs), Toxaphen sowie chlorierte Dioxine und Furane bestimmt. Die Untersuchung zeigt, dass die Fische mit allen genannten Dauergiften belastet sind. Die Schadstoffe wurden in Einzel-Konzentrationen von bis zu 911 Mikrogramm pro Kilogramm Fett (entsprechend 82 Mikrogramm pro Kilogramm Frischgewicht) nachgewiesen.

Die Konzentrationen von Chlorparaffinen und chlorierten Dioxinen/Furanen in den untersuchten Fischen lagen höher, die Konzentrationen von PBDEs, Toxaphen und PCBs niedriger als bei vergleichbaren Fischen aus der Arktis, wo die globale Destillation gleichfalls eine erhebliche Belastung mit Dauergiften verursacht.

Untersuchungen im Rahmen des MOLAR-Projekts (Mountain Lake Research) der EU aus dem Jahr 2001 an den gleichen Fischen zeigen zudem erhebliche Belastungen mit den klassischen Dauergiften DDT, DDE, HCH, HCB und weiteren PCBs. In dem EU-Projekt wurden Fische und Sedimente von insgesamt 19 europäischen Gebirgsseen untersucht. Dabei wurde ein wichtiger Zusammenhang nachgewiesen: In den Seen stiegen die Konzentrationen der Dauergifte mit der Höhe und abnehmender Temperatur deutlich an. Die Dauergifte belasten gerade die höchsten und abgelegensten Gipfelregionen stärker als mittlere Lagen. Auch in den nordamerikanischen Rocky Mountains wurde dieser Zusammenhang anhand von Dauergift-Untersuchungen in Schnee eindeutig nachgewiesen.

### Gefährdung der Tiere in den Hochgebirgen

Die gefundenen Dauergifte sind oftmals toxischer als die typischerweise in der Arktis gefundenen POPs. Es ist daher davon auszugehen, dass die Schädigungen an den betroffenen Tieren und Ökosystemen noch ernsthafter und unmittelbarer sein können als in den Polarregionen. Einige der nachgewiesenen Stoffe, darunter PBDEs, Phthalate, DDT, PCBs und Dioxine können auch das Hormonsystem von Tieren stören und die Fortpflanzung beeinträchtigen. Zudem können einige dieser Dauergifte das Immunsystem beeinträchtigen, Krebs auslösen und Organfunktionen beeinträchtigen.

### Globale Destillation – eine Giftpumpe in Hochgebirge und Polregionen

Die Belastung mit Dauergiften in Hochgebirgen ist vor allem auf den für Dauergifte typischen Effekt der „Globalen Destillation“ zurück zu führen. Dabei werden besonders schwer abbaubare organische Chemikalien wie mit einer Giftpumpe in die Kaltregionen der Erde transportiert. Ein

ähnlicher Dauergift-Transport findet durch den gleichen Effekt auch in die Arktis statt und führt dort zu einer erheblichen Gift-Konzentration in Fischen, Robben, Walen, Eisbären und den dort heimischen Inuit. Relativ neu sind Belege dafür, dass die Dauergifte in ähnlicher Weise auch die Hochgebirge mit ihren Wasservorkommen und Tieren belasten.

Weitere wissenschaftliche Untersuchungen in verschiedenen weit abgelegenen Standorten der Alpen belegen, dass sich auch in Pflanzen und Waldboden eine Vielzahl von Dauergiften niederschlägt. Die Quellen liegen, wie aus der Zusammensetzung der einzelnen Dauergifte ermittelt werden kann, sowohl im Alpenraum, als auch im grenzüberschreitenden Ferntransport der Dauergifte. Ihre Konzentration nimmt auch hier mit der Höhe zu, ist also nicht im Tal, sondern in den Gipfellagen am höchsten. Daher sind auch Tiere wie Murmeltiere, die als Pflanzenfresser auf Bergwiesen leben, mit Dauergiften belastet. Sollten keine wirksamen Maßnahmen zur Verringerung der Freisetzung von Dauergiften ergriffen werden, ist zu befürchten, dass die Konzentrationen weiter ansteigen.

### **Notwendige Konsequenzen**

Die hier vorgestellten Ergebnisse belegen, dass auch die Dauergifte der neuen Generation sich weiträumig auf dem Globus ausbreiten und sich selbst in vermeintlichen Reinluftgebieten fernab der Zentren anreichern. Diese Chemikalien sind außer Kontrolle geraten. Sie sind als Dauergifte im Sinne der UNEP-POPs-Konvention anzusehen und müssen dem internationalen POPs-Verbot unterworfen werden. Dies ist bisher nur für zwölf klassische Dauergifte der Fall (zehn Pestizide, PCBs, Dioxine/Furane). Die neuen Dauergifte sind dagegen nicht oder kaum reguliert. Die Chemieindustrie produziert sie in großem Umfang und setzt sie in zahlreichen Produkten ein. Ein internationales Verbot aller Dauergifte und die Einführung einer Zulassungspflicht für gefährliche Chemikalien im Rahmen der EU-Chemikalien-Gesetzgebung ist dringend notwendig. Zudem ist die Mehrzahl der etwa 30.000 in der EU vermarkteten Chemikalien völlig unzureichend auf ihr Abbauverhalten, ihr Anreicherungsvermögen und ihre Toxizität untersucht worden. Das neue EU-Chemikalienrecht muss sicherstellen, dass diese Stoffe rasch untersucht und gegebenenfalls dem Zulassungsverfahren unterworfen werden. Für Stoffe, bei denen die Industrie keine Daten vorlegt, muss das Prinzip „Keine Daten – keine Vermarktung“ gelten.

## 2 Summary

### **Persistent pollutants endangering life in the Alps**

New organic pollutants highly resistant to breakdown (POPs) and endocrine disruptive are contaminating fish and mountain lakes in the Alps

### **Greenpeace study of new persistent pollutants in the High Alps**

Analyses of six different organic pollutants highly resistant to breakdown, (known as POPs - Persistent Organic Pollutants), were undertaken for Greenpeace on fish out of lake Schwarzsee ob Soelden which is located 9183 feet high up in the Oetztal Alps in Austria. This lake is the highest mountain lake in Europe in which fish are found. It is far away from local sources of pollutant and draws its water solely from the neighbouring mountain tops. The pollutants found in the water enter almost entirely from the atmosphere.

This study is the first time the new persistent pollutants - brominated flame retardants (polybrominated diphenyl ether (PBDE) and hexabromocyclododecan (HBCDs)), chloroparaffins and phthalates - have been analysed in fish (Arctic char, *Salvelinus alpinus*) from a high mountain lake. Polychlorinated biphenyls (PCB), toxaphenes, and chlorinated dioxins and furans were also identified. The analyses show that the fish are contaminated by all the above pollutants. Specific pollutants were found in concentrations of up to 911 microgrammes per kilogramme of fat (equivalent to 82 microgrammes per kilogramme of fresh weight).

The concentrations of chloroparaffins and chlorinated dioxins/furans in the fish examined were higher than in comparable fish from the Arctic, and the concentrations of PBDEs, toxaphene and PCBs were lower. Global distillation likewise causes major pollution of the Arctic with persistent pollutants.

Studies of the same fish made in 2001 in the EU's "MOLAR" (Mountain Lake Research) project also show substantial pollution with "traditional" persistent pollutants - DDT, DDE, HCH, HCB and other PCBs. Fish and sediments from a total of 19 mountain lakes in Europe were analysed in the EU project. This research established an important connection: the concentrations of the persistent pollutants in the lakes clearly increased with height and as the temperature fell. The toxins are polluting the very highest and remotest summit areas more heavily than mid-altitude areas. This link has also been clearly proven in the North American Rocky Mountains by analyses of persistent pollutants in snow.

### **Animals in high mountain areas endangered**

The persistent pollutants found are often more toxic than the POPs typically found in the Arctic. It can therefore be assumed that the damage to the animals and ecosystems involved may be more severe and immediate than in the polar regions. Some of the substances detected, which include PBDEs, phthalates, DDT, PCBs and dioxins, can also disrupt animals' hormonal systems and impair reproduction. Some can also impair the immune system, cause cancer and impair the functions of organs.

### **Global distillation is pumping toxins into high mountain areas and polar regions**

Pollution with persistent pollutants in high mountain areas is due above all to the "global distillation" effect typical of such pollutants. Organic chemicals particularly resistant to breakdown are transported to the cold regions of the earth as if they were being pumped there. Persistent pollutants are transported to the Arctic in a similar way by the same effect. As a result fish, seals, whales, polar bears and the indigenous Inuit there are severely toxically contaminated. Evidence that persistent pollutants are similarly also contaminating high mountain areas and the reserves of water and animals there is relatively new.

Other scientific research in variously remote places in the Alps shows that a host of persistent pollutants are also being deposited in plants and forest floors. Their sources, as can be determined from the composition of the particular pollutants involved, lie in both the Alpine region and in cross-border transportation from a distance. Here too their concentration increases with height, the highest being not in the valleys but at mountain tops. Marmots living on alpine pastures are also contaminated by persistent pollutants. If no effective measures to reduce the release of persistent pollutants are taken it must be feared their concentrations will increase further.

### **Necessary consequences**

The findings presented here prove that the new generation of POPs are also being dispersed far over the globe and accumulating in areas which are thought of as having clean air and are far from centres of population or industry. These chemicals have got out of control. They must be regarded as persistent pollutants under the UNEP POPs convention and be subject to the international ban on POPs. This has so far only been done with twelve traditional persistent pollutants (ten pesticides, PCBs and dioxins/furans).

The new persistent pollutants, on the other hand, are subject to little or no control. The chemical industry produces them on a large scale and puts them into numerous products. There is an urgent necessity for an international ban on all persistent pollutants and for the introduction of an obligation for an authorisation of hazardous chemicals as part of EU legislation on chemicals. Moreover, in the case of the majority of roughly 30,000 chemicals marketed in the EU, tests for their persistence in the environment, their capacities for bioaccumulation, and their toxicity, have been totally inadequate. The new EU chemicals law must ensure that data for these substances are made available without delay and if necessary be subject to the authorisation procedures. The principle of "no data, no market" must apply to substances the industry supplies no data for.

### 3 Dauergifte – eine globale Bedrohung

Einsame Berggipfel, blendend weißer Schnee, klare Bergseen. Die Hochalpen sind Symbole für eine intakte, saubere Umwelt. Das idyllische Bild täuscht, denn auch die Gebirge, weit entfernt von großen Städten und Industrie, sind bereits mit Dauergiften belastet. Im internationalen Jahr der Berge zeigt sich eine neue Bedrohung des Lebens in den Hochgebirgen: Schwer abbaubare organische Schadstoffe, auch POPs (persistent organic pollutants) oder Dauergifte genannt, haben auch diese abgelegenen Naturgebiete erreicht und belasten die Tiere: Das Phänomen der Globalen Destillation verkehrt unsere Erwartung von den reinen Hochgebirgen ins Gegenteil: Je höher die Gipfel, je kälter die Temperaturen, desto mehr Dauergifte werden in den Bergen abgeladen. Greenpeace ging dieser Bedrohung mit eigenen Forschungsarbeiten nach und stellt hier die Ergebnisse zusammen mit einem Überblick über die bisher verfügbaren Informationen vor.

#### 3.1 Die globale Verbreitung der Dauergifte

Die Dauergifte sind Wandergifte. Sie gelangen direkt aus Produkten, denen sie beigemischt wurden, bei industriellen Herstellungsprozessen oder auch bei der Müllverbrennung in die Umwelt. Sie verdunsten allmählich, werden vom Wind mitgenommen und kommen mit Regen und Schnee wieder auf die Erde zurück. Dieser Vorgang - verdunsten, kondensieren - kann sich auf der Wanderung der Dauergifte mehrfach wiederholen, sie legen so Hunderte und Tausende Kilometer zurück (1) (2). In Luft, Wasser und Boden werden sie nur sehr langsam abgebaut. Die Gifte reichern sich in der Nahrungskette an – ihre Konzentration steigt von Pflanzen, über einfache Tiere bis hin zu den Körpern von Menschen und Säugetieren stark an.

Dauergifte stellen eine dreifache Gefahr dar – sie sind giftig, schwer abbaubar und sie reichern sich in Lebewesen an. Dauergifte sind daher extrem gefährliche Schadstoffe für das Leben auf diesem Planeten.

#### 3.2 Klassische Dauergifte und die UN-POPs-Konvention

Die UNEP, die Umweltorganisation der Vereinten Nationen, hat schon Anfang der 90er-Jahre zwölf chlorierte Dauergifte für ein globales Verbot vorgeschlagen. Nach langen Verhandlungen konnte im Herbst 2001 in Stockholm eine entsprechende Konvention verabschiedet werden. Diese Chemikalien werden damit weltweit verboten oder es werden Maßnahmen zur Vermeidung ihrer Entstehung ergriffen.

Das "Dreckige Dutzend" der UN-POPs-Konvention:

- Polychlorierte Dioxine und Furane (PCDDs, PCDFs) (Nebenprodukte von chemischen Prozessen, Prozessen in der Eisen- und Stahlindustrie z.B. Sinteranlagen und von Verbrennungsprozessen z. B. Müllverbrennung)
- Polychlorierte Biphenyle (PCBs) (Kühl- und Isolierflüssigkeit)
- Hexachlorbenzol (HCB) (Pilzgift, Weichmacher für Kunststoffe, Emission aus der Müllverbrennung)
- DDT, Chlordan, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Toxaphen, Mirex (Insektizide)

In Zukunft sollen durch diese Konvention auch weitere Dauergifte verboten werden. Denn schon heute ist klar, das dreckige Dutzend ist erst der Anfang beim Ausstieg aus den Dauergiften.

### 3.3 Die neue Generation von Dauergiften

In den OECD-Ländern und in Westeuropa wurden die klassischen Dauergifte der UN-POPs-Konvention schon vor vielen Jahren verboten oder – wie bei den Dioxinen und Furanen – die Entstehung und Freisetzung in die Umwelt stark eingeschränkt. Die Belastung der Umwelt, der Nahrungsmittel und der Muttermilch mit diesen Dauergiften der ersten Generation ist dank dieser Maßnahmen inzwischen in Westeuropa und vielen anderen Teilen der Welt deutlich rückläufig.

#### Neue Dauergifte lösen die alten Dauergifte ab

In den letzten Jahrzehnten wurden von der Chemieindustrie jedoch zahlreiche neue Chemikalien auf den Markt gebracht, die gleichfalls als Dauergifte anzusehen sind. Einige davon werden von der Industrie sogar als Ersatzstoffe für die verbotenen Dauergifte eingesetzt. Ein Dauergift ersetzt so ein anderes und der Teufel wird mit dem Beelzebub ausgetrieben (23). Viele der neuen Dauergifte gehören inzwischen zu den Großchemikalien der Chemieindustrie, von denen jährlich über 1000 Tonnen hergestellt werden. Sie werden oftmals als Zusätze von Konsumprodukten eingesetzt und geraten so in direkten Kontakt mit den Konsumenten (23). z.B. Phthalate und Chlorparaffine als Weichmacher in PVC, Organozinnverbindungen als Stabilisatoren in Kunststoffen, Bromierte Flammschutzmittel als Zusatz zu Elektrogeräten und Innenraumausstattungen, Moschusverbindungen als Duftstoffe in Waschmitteln und Kosmetika, Nonylphenol in Wandfarben, Papier und Lederwaren.

Produzenten:

*In den Datenbanken der EU für Altstoffe und in den EU-Risikobewertungen für Chemikalien sind u.a. folgende Produzenten oder Importeure für die von Greenpeace in Fischen von hochalpinen Seen gefundenen Chemikalien verzeichnet:*

Chemikalie	Produzent oder Importeur	Land
Phthalate	BASF	D, E
	BP Chemicals	UK
	Celanese	D
	Driftal GPD	P
	Atofina	F
	Industrie Generali Spa	I
	Lonza	I
	Neste Oxo	E
	Neste Oy	FIN
	Oxeno Olefinchemie	D
	Plasticantes de Lutxyna	E
	SISAS Pantochimi	B
	SISAS	B
Bromierte Flammschutzmittel	Eurobroome/ Broomchemie/ Dead Sea Bromine	NL
	Great Lakes Chemical Corp.	UK
	Atofina	F
	Albermale	B, F
	Bayer AG	D
	Dow Deutschland Inc	D
Chlorparaffine	ICI Chemicals and Polymers	UK,F
	Caffaro S.p.A.	I
	Leuna Tenside	D
	Quimica del Cinca	E
	Atofina	F
Chimica del Friuli	I	

**Belastung mit neuen Dauergiften steigt rapide an**

Einige Dauergifte werden als Biozide und Pestizide verwandt und gelangen so in großen Mengen in die Umwelt. Die Belastung von Umwelt, Tieren, Lebensmitteln und des Menschen mit diesen neuen Dauergiften steigt zum Teil drastisch an und hat bereits Besorgnis erregende Konzentrationen erreicht. So verdoppelte sich die Konzentration Bromierter Flammschutzmittel in der Muttermilch in den letzten Jahrzehnten alle fünf Jahre (24). Auch die neuen Dauergifte sind hoch toxisch, schwer abbaubar und sie reichern sich in Lebewesen an. Sie sind jedoch bisher kaum gesetzlichen Restriktionen unterworfen. Das gegenwärtige EU-Chemikalienrecht ist falsch konzipiert und nicht in der Lage, Umwelt und Verbraucher vor solchen Stoffen zu schützen.

**Industrie ist blind für die Ausbreitung der neuen Umweltchemikalien**

Die Forschungsprogramme der Industrie und der Universitäten lassen die neuen Dauergifte trotz deren erheblichen Gefahr für Mensch und Umwelt bisher meist außer Acht.

Ein Monitoring dieser Chemikalien durch die Industrie findet kaum statt, obwohl es sich um Großchemikalien der Chemiebranche handelt. So wurden im Jahr 1995 von Greenpeace erstmals Chlorparaffine – Produkte der Unternehmen Hoechst und ICI – in Muttermilch, Lebensmitteln und verschiedenen Wildtieren nachgewiesen. Die Unternehmen hatten selbst entsprechende Untersuchungen nie vorgenommen. Im Jahr 2002 wurden vom Forschungszentrum Jülich erstmals die hormonell hochwirksamen Nonylphenole in Lebensmitteln nachgewiesen. Der führende europäische Hersteller dieser Chemikalien, die Fa. Sasol / Hanau oder der Verband der Chemischen Industrie hatten selbst ein entsprechendes Monitoring nie durchgeführt.

In den jährlichen Umweltberichten der Chemieunternehmen finden sich dagegen meist viele Darstellungen mit Chemikalien, die heute in der Produktion nur noch eine geringe Relevanz haben und deren Konzentrationen naturgemäß deutlich zurückgehen.

**Forschung untersucht überwiegend klassische Dauergifte und vernachlässigt die neuen Umweltchemikalien**

Auch die universitäre Forschung konzentriert sich meist auf die geläufige Untersuchung von Umweltbelastungen mit Schwermetallen und Dauergiften wie PCBs und DDT, über die inzwischen reichliche Informationen verfügbar sind und kaum noch neue Erkenntnisse gewonnen werden. Diese Arbeiten sind z.T. reine Umwelthistorien-Forschung. Auch das MOLAR-Projekt (Mountain Lake Research) der EU, bei dem europäische Hochgebirgsseen untersucht wurden, beschränkte sich auf diese Parameter.

**Greenpeace untersucht die Belastung mit heute bedeutsamen Umweltchemikalien**

Greenpeace ist alarmiert über den starken Anstieg der Umweltbelastung mit Dauergiften der neuen Generation und endokrin wirksamen Umweltschadstoffen. Mit eigenen Untersuchungen wollen wir diese neue Gefahr erkennen und auf sie aufmerksam machen. Greenpeace will die staatliche und industrielle Forschung auf die Relevanz dieser Umweltchemikalien aufmerksam machen und deren intensive Untersuchung und ein systematisches Monitoring anstoßen. Vor allem aber muss durch eine verantwortungsvollere Industrie und ein deutlich verbessertes Chemikalienrecht in der EU die Belastung von Mensch und Umwelt durch solche Stoffe präventiv unterbunden werden.

Nur wenige Institutionen sind in der Lage Dauergifte der neuen Generation zu untersuchen. Greenpeace arbeitet daher mit einigen der besten Laboratorien und Forschungsinstitute in Europa zusammen, um diese Chemikalien untersuchen zu können. Die Kosten für solche Untersuchungen sind erheblich. Greenpeace konnte auf diese Weise jedoch wiederholt die Belastung der Umwelt und von Lebensmitteln mit neuen Dauergiften aufklären und mit diesen oftmals neuartigen Untersuchungen gesetzliche Regelungsprozesse anstoßen. Greenpeace

leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Umwelt und der Verbraucher vor gefährlichen Chemikalien.

Beispiele für Greenpeace-Untersuchungsprojekte auf Dauergifte der neuen Generation:

- Phthalate in Kinderspielzeug
- TBT in Häfen, Meeresböden, Meerestieren
- TBT in Konsumartikeln
- Chlorparaffine in Meerestieren, Lebensmitteln, Muttermilch
- POPs in der Arktis
- POPs in Fischöl
- POPs in Hausstaub
- Antibiotika in Shrimps und Fleischwaren

Gefährliche Verbindungen, gegen deren Anwendung weltweit rasches Handeln notwendig ist, wurden z.B. 1998 in der Konvention zum Schutz des Nordostatlantik (OSPAR) festgelegt (3).

Prioritäre Schadstoffe und Dauergifte nach OSPAR (25):

Typ	Substanzgruppe / Substanzen
Aromatische Kohlenwasserstoffe	4-tert-Butyltoluol
Metall	Cadmium
Metall/metallorganische Verbindungen	Blei und organische Bleiverbindungen Quecksilber und organische Quecksilberverbindungen
Organometallische Verbindungen	organische Zinnverbindungen
Organische Ester	Neodecansäure, ethenyl ester
Organohalogene	Tetrabrombisphenol A (TBBP-A) Hexachlorcyclopentadien (HCCP) 1,2,3-Trichlorbenzol 1,2,4-Trichlorbenzol 1,3,5-Trichlorbenzol bromierte Flammschutzmittel polychlorierte Biphenyle (PCBs) polychlorierte Dibenzodioxine (PCDDs) polychlorierte Dibenzofurane (PCDFs) kurzkettige Chlorparaffine (SCCP)
Organische Stickstoffverbindungen	4-(Dimethylbutylamino)diphenylamin (6PPD)
Organophosphate	Triphenylphosphin
Organosilicane	Hexamethyldisiloxan (HMDS)
Pestizide/Biozide/Organohalogene	Dicofol Endosulfan Hexachlorocyclohexan isomere (HCH) Methoxychlor Pentachlorphenol (PCP) Trifluralin
Pharmaceuticum	Clotrimazol
Phenole	2,4,6-Tri-tert-butylphenol Nonylphenol/ethoxylates (NP/NPEs) und verwandte Substanzen Octylphenol
Phthalsäureester	Einige Phthalate: Dibutylphthalat, Diethylhexylphthalat
Polycyclische aromatische Verbindungen	polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs)
Synthetischer Moschus	Moschus Xylol
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	1,5,9 Cyclododecatrien

Typ	Substanzgruppe / Substanzen
Organohalogene	2,4,6-Bromphenyl 1-2(2,3-dibrom-2-methylpropyl) cyclododecan
	Pentabrommethylbenzol
	heptachlorbornen
	Pentachloranisol
	polychlorierte Naphthalene
	..... Trichloronaphthalene
	..... Tetrachloronaphthalene
	..... Pentachloronaphthalene
	..... Hexachloronaphthalene
..... Heptachloronaphthalene	
..... Octachloronaphthalene	
..... Naphthalen, Chlorderivate.	
Organische Stickstoffverbindung	3,3'-(Ureylendimethylen)bis(3,5,5-trimethylcyclohexyl) diisocyanat
Pestizide/Biozide	Ethyl O-(p-nitrophenyl) phenyl phosphonothionat (EPN)
	Flucythrinate
	Isodrin
	Tetrasul
Pharmazeutikum	Diosgenin

### 3.4 Gesundheitsgefahren durch Dauergifte

Dauergifte reichern sich in der Natur und in der Nahrungskette an. Sie haben schon in sehr geringen Mengen große gesundheitliche Auswirkungen. Einige von ihnen sind akut oder chronisch giftig, krebserregend oder erbgutverändernd. Andere schädigen den Embryo im Mutterleib, das Nerven-, das Immun- oder das Hormonsystem. Manche Dauergifte z. B. Dioxine, PCBs oder DDT haben mehrere oder all diese gesundheitsschädlichen Auswirkungen zusammen.

Ausführliche Informationen zu den Gesundheitsgefahren durch Dauergifte finden sich in gesonderten Greenpeace-Publikationen (23, 26)

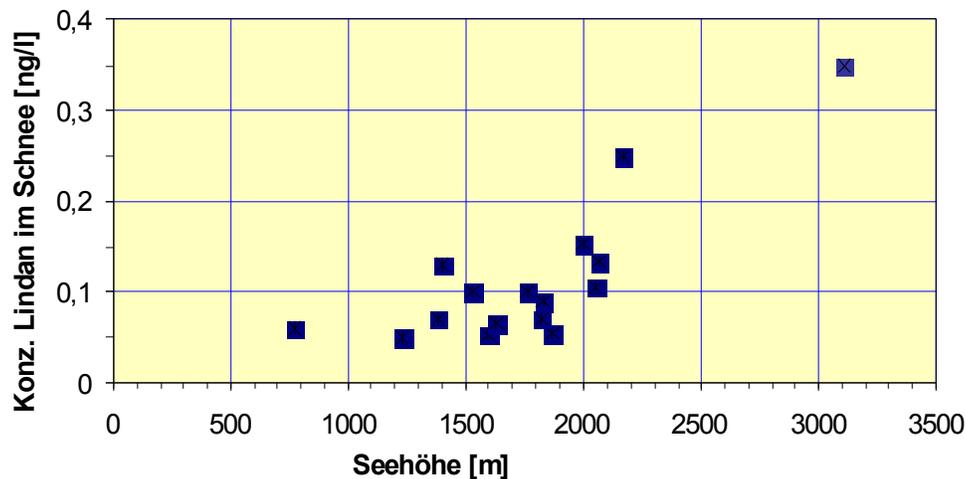
## 4 Globale Destillation

### 4.1 Dauergifte in der Arktis

Die arktischen Regionen, Alaska, der Norden Kanadas, Grönland, Island, Spitzbergen, die Nordmeere usw. sind stark mit Dauergiften belastet, obwohl diese Chemikalien dort nicht oder in marginalen Mengen verwendet werden. Luftströmungen in der nördlichen Erdatmosphäre transportieren die Dauergifte aus den Industrieregionen und aus Gebieten mit intensiver Landwirtschaft dorthin. Die Kälte, die sehr geringe Anzahl von Mikroorganismen und die geringe Sonneneinstrahlung verzögern zusätzlich den Abbau. Dauergifte reichern sich daher in kälteren Regionen besonders stark an. Die Bewohner der Polarregionen, die Inuit (Urbevölkerung) und Tiere, wie Fische, Robben und Eisbären, sind durch die Belastung ihres Fettgewebes mit Dioxinen, PCBs und DDT bereits in ihrer Gesundheit bedroht (4, 23, 26). Jungen Inuitfrauen wird empfohlen, kein Walfett mehr zu essen, damit die damit aufgenommenen Schadstoffe nicht ihre Fruchtbarkeit und ihre Kinder gefährden. Inuit auf einer Insel nahe der Baffin-Insel sind so stark mit PCBs belastet, dass andere Inuitvölker nach Berichten darüber dort nicht mehr einheiraten (5). Der Entscheidende Belastungsfaktor ist daher nicht die Nähe zur Schadstoffquelle sondern die Temperatur des Erdteils.

## 4.2 Dauergifte in den Rocky Mountains

Kanadische Wissenschaftler untersuchten Schnee in den Rocky Mountains in Höhen von 770 bis 3100 m auf POPs (6). In der 1998 veröffentlichten Studie wurden Heptachlor, HCH bzw. Lindan, Chlordan, Dieldrin, Endosulfan und PCBs in unerwartet großen Mengen gefunden. Die höchsten Konzentrationen wurden bei PCBs, Lindan und Endosulfan gemessen. Auch hier bestätigt sich, wie in der Arktis, die Theorie der „Globalen Destillation“ oder „Kalten Kondensation“. Schadstoffe verdunsten in wärmeren Regionen, werden über die Atmosphäre über große Distanzen transportiert und schlagen sich in kälteren Regionen wieder nieder. Die Konzentration der Dauergifte nahm mit steigender Höhenlage der Messstelle und damit fallender Temperatur stark zu, mit den weitaus höchsten Werten bei 3100 m. Die Autoren nehmen an, dass sich dieser Konzentrationsanstieg der Schadstoffe in größeren Höhen weiter fortsetzt. Die Wissenschaftler sehen in den hohen Konzentrationen von Dauergiften, die sich in Schnee und Gletschern vor allem in großen Höhen ansammeln, eine Gefahr für Städte, die ihr Trinkwasser von hohen Bergen in Staulagen in relativer Nähe zu Schadstoffquellen beziehen.



*Rocky Mountains: Zunahme der Belastung mit Dauergiften mit der Seehöhe am Beispiel von Lindan(6).*

## 5 Dauergifte in den Alpen

Auch in Europa werden Dauergifte von den Orten ihrer Verwendung oder Produktion bis in abgelegene kalte Gebiete transportiert und gehen dort mit Staub, Regen oder Schnee nieder. Von dieser Ablagerung von Dauergiften sind besonders die europäischen Hochgebirge betroffen: Staulagen, wo Wind und Wolken an Berghänge und Gipfel stoßen sowie die Höhenlagen, wo der Effekt der globalen Destillation zum Zuge kommt. Bei den niedrigen Temperaturen und der geringeren biologischen Aktivität werden die ohnehin sehr schwer abbaubaren Dauergifte noch langsamer abgebaut als in den Tieflagen. Für das Leben in dem größten und höchsten europäischen Hochgebirge, den Alpen, hat dies weitreichende Konsequenzen: Die sich ansammelnden Schadstoffe reichern sich stark in Organen und Fettgewebe der Lebewesen an und können die Tiere schädigen.

Untersuchungen im Rahmen des MOLAR-Projekts (27) legen den Schluss nahe, dass die globale Destillation leichter flüchtige Dauergifte wie Hexachlorbenzol verstärkt in die sehr kalten Polregionen transportiert. Schwerer flüchtige Dauergifte wie einige PCBs und DDT reichern sich demnach verstärkt in den Kaltregionen der mittleren Breiten an, zu denen auch die Hochlagen der Alpen gehören. Fische aus hochalpinen Seen sind oft sehr viel stärker mit diesen Schadstoffen belastet als Fische aus Flachlandseen.

Die Belastung der Bewohner arktischer Regionen durch Dauergifte und ihre gesundheitlichen Auswirkungen werden seit vielen Jahren untersucht. Es gibt bisher dagegen nur wenige systematische Untersuchungen für die Ökosysteme des Alpenraums oder anderer Gebirgsregionen und keine verfügbaren Untersuchungen der dort lebenden Menschen.

### 5.1 Greenpeace-Untersuchungsprogramm von Fischen aus einem hochalpinen See auf Dauergifte der neuen Generation und Umwelthormone

#### 5.1.1 Untersuchungsziel

Hochgebirgsseen liegen über der Baumgrenze und sind meist entfernt von dem unmittelbaren Einfluss des Menschen. Die Fische dieser Seen können in der Regel nicht abwandern und bilden daher gut die Schadstoffbelastung dieser Gewässer ab. Diese Gewässer sind also wichtige Anzeiger für den Ferntransport und die globale Ausbreitung von Schadstoffen. Greenpeace wählte daher, wie das europäische MOLAR-Projekt, Hochgebirgsseen für seine Untersuchungen aus.

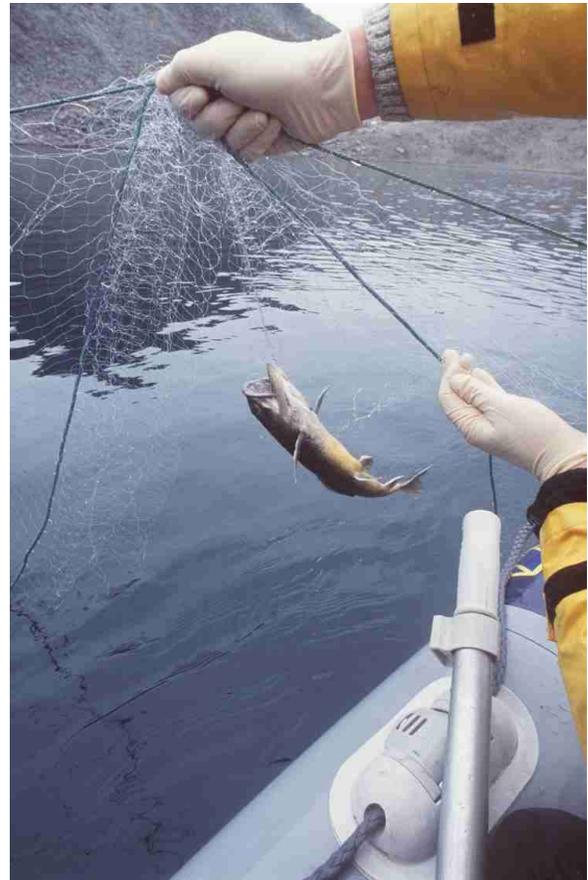
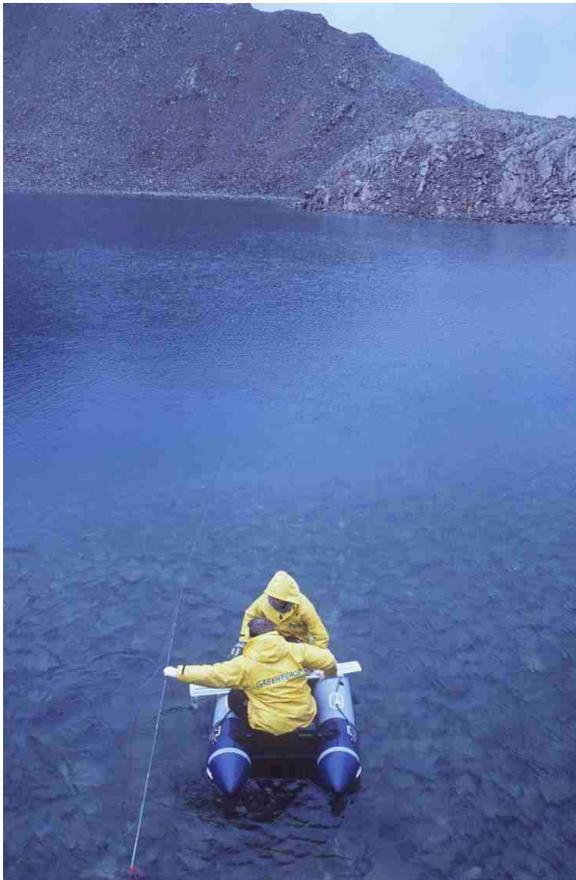
Greenpeace will mit seiner Untersuchung vor allem die Belastung und Ausbreitung von Dauergiften der neuen Generation in die Hochgebirge aufklären. Dazu ließ Greenpeace im Jahr 2002 Fische aus einem hochalpinen See auf Dauergifte und Umwelthormone der neuen Generation untersuchen. Es handelt sich dabei um die erste verfügbare Untersuchung von Fischen aus Hochgebirgsseen auf diese Schadstoffe überhaupt.

Untersucht wurden dabei Bergsaiblinge (Arctic Char, *Salvelinus alpinus*) aus dem Schwarzsee ob Sölden in den Ötztaler Alpen/Österreich. Dieser See liegt in einer Höhe von 2799 Metern und ist damit der am höchsten gelegene europäische See in dem nach heutigem Kenntnisstand Fische leben. Die Durchschnittstemperatur beträgt – 1,45 °C und die Seeoberfläche ist während zirka neun Monaten im Jahr von Eis bedeckt. Die Fische wurden dort vermutlich bereits vor

einigen Jahrhunderten vom Menschen ausgesetzt und die Population im See wird von Wissenschaftlern der Universität Innsbruck auf einige hundert Exemplare geschätzt.

Die für die vorliegende Studie untersuchten Fische wurden Greenpeace vom Institut für Zoologie und Limnologie der Universität Innsbruck zur Verfügung gestellt und vom RIVO-Netherlands Institute for Fisheries Research in Ymuiden/Niederlande auf folgende Dauergifte untersucht:

1. Bromierte Flammschutzmittel: Polybromierte Diphenylether (PBDEs) und Hexabromocyclododecan (HBCD)
2. Chlorparaffine
3. Phthalate
4. Polychlorierte Biphenyle (PCBs)
5. Toxaphen
6. Chlorierte Dioxine und Furane



*Greenpeace-Mitarbeiter und Mitglieder des Instituts für Zoologie und Limnologie der Universität Innsbruck am Schwarzsee ob Sölden, Österreich im September 2002. Einige Stunden lang wurden Netze ausgelegt und es wurde ein Bergsaibling für weitere Untersuchungen gefangen.  
© Greenpeace*

Greenpeace ließ ausschließlich organische Schadstoffe untersuchen, die durch das MOLAR-Projekt noch nicht abgedeckt wurden. Darunter sind auch drei Chemikalien bzw. Chemikaliengruppen, die zu den Dauergiften der neuen Generation gezählt werden: Bromierte

Flammschutzmittel, Chlorparaffine und Phthalate. Diese Chemikalien gehören heute zur Gruppe der Großchemikalien der europäischen Chemieindustrie, die in ganz Europa in großem Umfang eingesetzt werden.

### 5.1.2 Ergebnis

Alle vermuteten und untersuchten Schadstoffgruppen wurden in den untersuchten Fischen gefunden. Auch die Anreicherung in Lebewesen und die Persistenz in lebenden Organismen scheint ähnlich ausgeprägt zu sein.

Der für Dauergifte typische Effekt der globalen Destillation, der diese Schadstoffe über die Atmosphäre in die Kaltregionen der Erde transportiert, kann zu der Belastung der Hochgebirge mit diesen neuen Dauergiften wesentlich beitragen.

Die untersuchten Stoffe erfüllen daher die Kriterien für Dauergifte und sind für ein Verbot im Rahmen der UNEP-POPs-Konvention vorzusehen.

Die Konzentrationen von Chlorparaffinen und chlorierten Dioxinen/Furanen liegen ähnlich hoch wie bei vergleichbaren Fischen in Grönland, Schweden und Norwegen. Die Konzentrationen von PBDEs, Toxaphen und PCBs liegen etwas niedriger.

Dieses Ergebnis ist ein weiteres Indiz dafür, dass die Ausbreitung der Dauergifte der neuen Generation ähnlich weiträumig erfolgt, wie die bereits bekannte Ausbreitung klassischer Dauergifte wie DDT, PCBs und Dioxine.

Auszug aus den Untersuchungsergebnissen:

	Schadstoffkonzentration in Nanogramm pro Gramm Frischgewicht / Fettanteil
Bromierte Flammschutzmittel:	
PBDE 47	0,6 / 6,7
PBDE 99	0,3 / 3,3
PBDE 100	0,1 / 1,1
HBCD	0,9 / 10
Kurzkettige Chlorparaffine (C10-C13)	82 / 911
Phthalate:	
Butylbenzylphthalat BBP	9,3 / 103
Di-n-octylphthalat DOP	3,2 / 36
Toxaphen:	
CHB 26	0,7 / 7,8
CHB 50	2,0 / 22
CHB 62	0,7 / 7,8

	Schadstoffkonzentration in Pikogramm TEQ pro Gramm Frischgewicht / Fettanteil
Dioxine /Furane	0,62 / 6,9
PCBs	6,24 / 70

Die kompletten Resultate des Greenpeace-Untersuchungsprogramms finden sich im Anhang dieses Berichts.

## 5.2 Ergebnisse des Molar-Programms

Aufbauend auf das EU geförderte ALPE Forschungsprogramm wurden im EU Programm MOLAR weitere Untersuchungen von Sedimenten und Fischen in Hochgebirgsseen auf Dauergifte durchgeführt.

### Dauergiftkonzentrationen in Fischen und See-Sedimenten

Die Sedimente des Schwarzsees ob Sölden und seine Fische wurden bereits im Jahr 2001 im Rahmen des MOLAR-Projektes auf einige organische Schadstoffe untersucht (27). Dabei wurden u.a. folgende Belastungen mit Dauergiften festgestellt:

Schadstoffkonzentration in...	HCB	PCB 52	PCB 153	PCB 180
Fisch: Nanogramm pro Gramm Frischgewicht	1,6	0,25	17	9,3
Sediment: Pikogramm pro Quadratcentimeter	47	83	230	180

Im MOLAR-Projekt wurden 19 europäische Gebirgsseen auf die Belastung mit Dauergiften untersucht. Alle Seen sind natürlichen Ursprungs und liegen über der örtlichen Baumgrenze. Sie sind weit entfernt von möglichen lokalen Verschmutzungsquellen. Die Schadstoffeinträge in diese Seen sind ganz oder überwiegend durch atmosphärischen Ferntransport geprägt. Der Schwarzsee ob Sölden ist nicht nur der am höchsten gelegene und kälteste, sondern auch der im Schnitt am stärksten mit organischen Schadstoffen belastete See aus diesem Forschungsprojekt.

Das internationale Forscherteam des MOLAR-Projekts kommt zum Schluss (27):

„In any case the accumulation of LVC (*Less Volatile Compounds, remark: Greenpeace*) in high mountain lakes may involve significant environmental implications. Thus, the concentrations of DDTs and low volatile PCBs in salmonids are higher in the studied lakes above 2000 m than in the Arctic regions, showing a selective enrichment vs HCB of 15 and 4-5 times, respectively. These compounds are more toxic than the MVC (*Medium Volatile Compounds, remark: Greenpeace*) preferentially trapped in the Arctic ecosystems, suggesting that the damage associated to the global OC (*Organochlorine Compounds, remark: Greenpeace*) distribution may be more serious and immediate in the mountain ecosystems of temperate regions than in the polar zones.“

Professor Roland Psenner vom Institut für Zoologie und Limnologie der Universität Innsbruck ist einer der leitenden Wissenschaftler, die am MOLAR-Projekt beteiligt waren: "In Fischen aus hochalpinen Seen finden wir bis zu 1000 Mal höhere POPs-Belastungen als bei Fischen von Flachlandseen. Diese Giftstoffe bedrohen das empfindliche Ökosystem der Hochalpen und können das Überleben der Fische gefährden." (Bewertung auf Anfrage von Greenpeace, Sept. 2002)

### Monatliche Dauergifteinträge aus der Atmosphäre

In einer erst kürzlich publizierte Folgeuntersuchung (29) des MOLAR-Teams werden für drei europäische Hochgebirgsseen in den Alpen, Pyrenäen und in Skandinavien die monatlichen atmosphärischen Einträge der chlororganischen Dauergifte PCBs, HCH, HCB und Endosulfan quantifiziert. Die Einträge der europaweit verbotenen PCBs,  $\alpha$ -HCH und HCB sind relativ gleichmäßig verteilt und werden weitgehend durch den atmosphärischen Ferntransport bestimmt. Dagegen werden die in Südeuropa zum Teil noch gebräuchlichen POPs Endosulfan und  $\gamma$ -HCH in den südlicheren Seen deutlich stärker eingetragen, als in den nördlichen und stammen vermutlich teilweise aus diesen regionalen Anwendungen:

Atmosphärische Deposition in drei europäischen Hochgebirgsseen (29)	Nanogramm pro Quadratmeter und Monat
PCB s	30 -100
$\alpha$ -HCH	31 - 40
$\gamma$ -HCH	120 - 430
HCB	1,4 - 15
Endosulfan	0,2 - 340

Wie schon Untersuchungen aus dem Jahr 1998 an weit abgelegenen Hochgebirgsseen Nord- und Südtirols zeigten, sind Elritzen, Forellen und Saiblinge in Bergseen Nord- und Südtirols Opfer des Ferntransports von Dauergiften. Bei Untersuchungen der Belastung von Elritzen in Hochgebirgsseen in Höhen zwischen 1092 und 2387 m wurden erhebliche Belastungen dieser kleinen Karpfenfische mit DDT-Abbauprodukten und PCBs gefunden (19). Die Fische nehmen die Schadstoffe aus dem Wasser der Hochgebirgsseen und der Nahrung auf und speichern sie vor allem in ihrem Fettgewebe und der Leber. Die Belastung der Fische mit Schadstoffen nahm in Nord-Süd Richtung zu. Die meisten Dauergifte enthält das Fettgewebe von Elritzen in Trentiner Seen in über 2000 m Höhe.

Im Rahmen eines von der EU geförderten Forschungsprojekts wurden die Sedimente und die Fische aus 14 Gebirgsseen in Europa - in den Grampian Mountains in Schottland, im Skandinavischen Hochland, den Bergen im Norden von Irland, auf der russischen Halbinsel Kola, in den Pyrenäen, im Kastilischen Scheidegebirge, in der Serra da Estrela in Portugal und in den Alpen – u. a. auf ihren Gehalt an organischen Dauergiften untersucht (20). In allen Gewässern wurde zumindest ein Schadstoff nachgewiesen. Die Untersuchungen ergaben einen Zusammenhang zwischen den Schadstoffgehalten in den Sedimenten der Seen und in den Fischen. Die Verteilung der Schadstoffbelastungen in den Gewässern weist darauf hin, dass die Verunreinigungen mit DDT und PCBs auf Ferntransport, die mit HCH und HCB eher auf näher gelegene Quellen zurückzuführen sind. Dies stimmt mit den oben beschriebenen, vom Österreichischen Umweltbundesamt durchgeführten, Untersuchungen der Schadstoffbelastung von Fichtennadeln und Waldböden in abgelegenen Gebirgswäldern in Österreich überein. Von all den untersuchten Fischen - Forellen und Saiblingen - aus ganz Europa waren die Fische in den Tiroler Alpen am stärksten mit chlororganischen Dauergiften belastet. Die Fische aus Seen in den Westalpen - in Italien, nahe der Schweizer Grenze - enthalten dagegen wesentlich geringere Mengen dieser Schadstoffe.

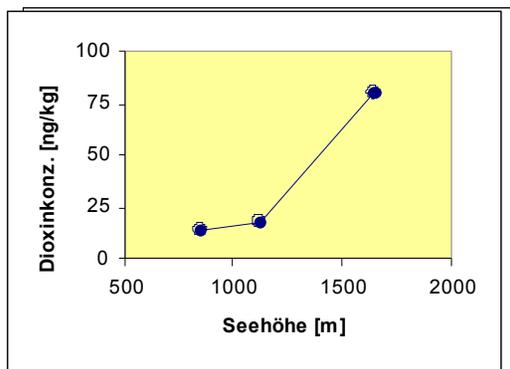
Sehr hohe Werte an DDT, HCH und "Rekordwerte" bei den PCBs und HCB wurden in dem in 2796 Meter Höhe gelegenen Schwarzsee in den Ötztaler Alpen gefunden. Die Anzahl der Fische ging in diesem See in den 80er-Jahren stark zurück, seit 1988 vermehren sie sich überhaupt nicht mehr. Ältere Fische haben Leber- und Nierenschäden. Die Fische aus den zwei Messstellen in nicht sehr weit von Ötztal entfernten Südtiroler Hochgebirgsseen enthielten von allen untersuchten Seen in Europa die größten Mengen an DDT und sehr hohe Mengen an PCBs, HCB und HCH. Die Belastung der Fische mit DDT und einzelnen PCBs ist in den Nord- und Südtiroler Hochgebirgsseen bis zu tausendmal höher als die von Fischen in Niedriggewässern. Dieser Bereich der Alpen in Nord- und Südtirol wird von den Autoren der EU-Studie daher als „Hot-spot“ in Europa bezeichnet.

### 5.3 Dauergifte in Gebirgswäldern der österreichischen Alpen

Nicht nur die Gewässer, auch die Vegetation und die Böden in den Alpen sind mit Dauergiften belastet. Wissenschaftler des Österreichischen Umweltbundesamtes haben im Jahr 1993 in den Alpen an Hand der Untersuchung von Fichtennadeln die Belastung der Luft mit Dauergiften während der Wachstumsperiode der Nadeln bestimmt. Die Belastung der Fichtennadeln lässt Rückschlüsse auf die Belastung der Vegetation durch Schadstoffe aus der Luft zu. Anhand der Waldböden konnte die über mehrere Jahre erfolgte Ablagerung von Dauergiften untersucht werden.

An allen Messstellen - von den Stubai Alpen bis ins Alpenvorland - konnten Dauergifte wie polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD, PCDF), polychlorierte Biphenyle (PCBs), polybromierte Biphenyle (PBBs), DDT und seine Abbauprodukte, Hexachlorcyclohexan (HCH) bzw. Lindan, Hexachlorbenzol (HCB), Pentachlorphenol (PCP) oder polyzyklische Kohlenwasserstoffe (PAHs) in teilweise hohen Konzentrationen gemessen werden (7). Weitab von Städten, Industrie oder Ackerflächen waren fast alle Standorte mit einem Gemisch aus allen diesen Schadstoffen belastet. Die Messstellen für die Gebirgswälder der Alpen lagen naturgemäß unter der Baumgrenze in Höhen zwischen 670 und 1740 m. Auch in dieser Höhenzone war bei Dauergiften wie den chlorierten Dioxinen/Furanen, PCBs und DDT die Belastung der höchstgelegenen Standorte am größten. Aus der Zusammensetzung der Schadstoffe in den höchsten Lagen ließ sich ablesen, dass die Dauergifte nicht nur aus lokalen und regionalen Quellen stammten, sondern zum Teil von weit entfernten Quellen in die Alpen transportiert werden. Eine ausführliche Darstellung zur Belastung von Pflanzen und Böden in den österreichischen Alpen findet sich in einer gesonderten Greenpeace-Studie (28).

*Dioxinbelastung von Fichtennadeln*



*Dioxinbelastung im Waldboden*

*Abhängigkeit der Dioxinbelastung von der Höhenlage dreier übereinander liegender Standorte in den Nordtiroler Kalpalpen (Höhenprofil Achenkirch) (7).*

## 6 Dauergifte in Tieren

Murmeltiere in den Alpen sollten als reine Pflanzenfresser und wegen ihrer abgeschiedenen Lebensräume frei von Schadstoffen sein. Dennoch wurde bei der Untersuchung von sechs Murmeltieren aus Graubünden im Fett von allen Tieren Hexachlorbenzol und im Fett von zwei Tieren alpha-HCH, ein Bestandteil von HCH, bzw. Umwandlungsprodukt von Lindan, gefunden (22). Hexachlorbenzol steht neben anderen gesundheitsschädlichen Wirkungen im Verdacht, das Hormonsystem zu stören.

Es gibt zahlreiche Untersuchungen über die Belastung von Rehen, Hirschen, Gämsen, Forellen, Saiblingen usw. mit Schwermetallen, die, wie die organischen Schadstoffe, durch Ferntransport in abgelegene Gebiete kommen (11) (12). Nur sehr wenige in den Alpen lebende Tiere wurden auf organische Schadstoffe untersucht. Alle diese Untersuchungen beziehen sich fast ausschließlich auf die alten Dauergifte, das "Dreckige Dutzend" der UNEP. Gründliche Untersuchungen wären notwendig, um auch das Gefahrenpotential durch neue Dauergifte abschätzen und Maßnahmen einleiten zu können.

Dauergifte sind nachweislich für Alpentiere sehr gefährlich. Schon in den 60er-Jahren stellte sich heraus, welche Schäden DDT in der Umwelt, z.B. bei den am Ende einer Nahrungskette stehenden Raubvögeln anrichten kann (13) (14). DDT und sein besonders stabiles Abbauprodukt DDE sind nicht nur wegen ihrer schon länger bekannten Giftwirkungen, sondern auch wegen ihrer erst seit einigen Jahren bekannten hormonellen Wirkungen gefährlich, die z. B. in den USA zu Geschlechtsumwandlungen bei Vögeln geführt haben (15). Dies gilt auch für viele Dauergifte der neuen Generation wie Phthalate, Bromierte Flammschutzmittel, Nonylphenol oder Organozinnverbindungen.

Einige Marderarten, wie Fischotter sind durch PCBs und andere Dauergifte, die sich in Gewässern wieder finden besonders stark gefährdet. So wurde die Verunreinigung vieler Gewässer mit PCBs für das Aussterben der Fischotter mitverantwortlich gemacht. In der Schweiz verzichtete man 1990 auf einen Versuch zur Wiederansiedlung dieser Tiere, weil die hohe PCB-Belastung der Gewässer eine erfolgreiche Vermehrung unwahrscheinlich machte (16). Wegen der starken Bioakkumulation von PCBs können sich schon kleinste Mengen dieser Dauergifte im Wasser negativ auf die Fortpflanzung von Wasserlebewesen auswirken (17). Wie DDT und Dioxine zeigen auch PCBs hormonelle Wirkungen. Die vom Aussterben bedrohten Fledermäuse sind nicht nur durch den Verlust von Lebensräumen, sondern auch durch Schadstoffe wie PCBs, DDT, HCB, Lindan usw. gefährdet (18).

Eine ausführliche Darstellung der Wirkung von Dauergiften auf Wildtiere findet sich in gesonderten Greenpeace-Studien (23, 26)

## 7 Greenpeace fordert

Das Ziel von Greenpeace ist eine Umwelt frei von gefährlichen Chemikalien.

**EU-Chemikalienrecht:** Gefährliche und schwer abbaubare Chemikalien müssen nach dem derzeitigen EU-Chemikalienrecht mit Angaben über alle bekannten gefährlichen Eigenschaften lediglich angemeldet werden und können dann auf den Markt gebracht werden. Für die Mehrzahl der derzeit in der EU vermarkteten 30.000 Chemikalien gilt nicht einmal diese Anforderung. So können gefährliche und ungeprüfte Chemikalien in der EU heute ohne wirksame Auflagen vermarktet und in die Umwelt freigesetzt werden. Die Chemie ist in der EU aus der Kontrolle geraten und Dauergifte belasten Tiere, Lebensmittel, Muttermilch und selbst weit entfernte Naturgebiete wie die Hochalpen oder die Arktis.

Die EU plant inzwischen ein neues Chemikalienrecht. Greenpeace fordert in Zukunft eine Zulassungspflicht für gefährliche Stoffe, die z.B. krebserregend, mutagen, reproduktionstoxisch, hormonell wirksam, sensibilisierend, schwer abbaubar oder bioakkumulierend sind. Ungeprüfte Chemikalien dürfen in Zukunft nicht mehr vermarktet werden.

**Verbot von Dauergiften im Rahmen der „POPs-Konvention“:** Unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen wurde im Herbst 2001 ein internationales Abkommen zum weltweiten Verbot von Dauergiften beschlossen. In einem ersten Schritt Sollen Produktion und Einsatz von zwölf besonders bedenklichen Dauergiften eliminiert werden (u.a. chlorierte Pestizide wie DDT oder PCBs). Weitere Dauergifte sollen in Zukunft folgen. Greenpeace fordert die rasche Umsetzung und Erweiterung dieser Konvention.

**„Down to Zero“:** Dauergifte und andere gefährliche Chemikalien dürfen nicht in die Umwelt freigesetzt werden. Dies gilt für Stoffe aus Abwasserrohren, Abfällen und Schornsteinen ebenso wie für die landwirtschaftlichen Spritzmittel und Produkte des Alltags. Eine Umstellung in einzelnen Regionen allein kann das Problem nicht nachhaltig lösen, da sich Dauergifte global verbreiten. Dauergifte müssen also weltweit verboten werden.

**Industrie muss umsteigen:** Auch die chemische Industrie und Anwender von Chemikalien müssen sich diesen Grundsatz zu eigen machen. Greenpeace fordert daher Industrie und Landwirtschaft auf, rasch auf umweltfreundliche Produktionsprozesse und somit auch auf „saubere“ Produkte umzusteigen.

**OSPAR-Beschlüsse zügig umsetzen:** Im Jahr 1998 vereinbarten die Umweltminister der 15 OSPAR-Staaten (Anrainerstaaten des Nord-Ost-Atlantiks) und die EU-Kommission, dass die Emissionen von giftigen Stoffen bis zum Jahre 2020 eingestellt werden. Des weiteren wurde vereinbart, dass mit besonderer Dringlichkeit auf einen Stopp der Verwendung bzw. der Emission von besonders gefährlichen Stoffen hingearbeitet wird, wie z.B. Bromierten Flammenschutzmitteln, Dioxinen, TBT, Chlorparaffinen, Lindan und einigen Phthalaten. Die Beschlüsse müssen ohne weitere Verzögerungen umgesetzt werden.



## 8 Danksagung

Greenpeace und die Autoren dieser Studie danken allen, die an der Erstellung dieses Reports mitgewirkt haben. Besonderer Dank gilt

Herrn Prof. Psenner und Herrn Dr. Lackner von der Universität Innsbruck / Österreich

Herrn Dr. Leonards vom RIVO-Institut, Ymuiden / Niederlande

## 9 Literatur

1 Simonich S.L., Hites R.A., Global Distribution of Persistent Organochlorine Compounds, *Science*, 269, 1851 - 1854, 1995

2 Wania F., Mackay D., Tracking the Distribution of Persistent Organic Pollutants, *Environmental Science and Technology*, News 30, 390A - 396A, 1996

3 OSPAR Strategy with Hazardous Substances, Reference Number: 1998 – 16.

<http://www.ospar.org/eng/html/sap/strategy%5hazardous%5substances.htm>, Stand vom 5.1.2000

4 Dewailly E., Bruneau C.L., Laliberté C., Belles-Isles M., Weber J.P., Ayotte P., Roy R., Breast Milk Contamination by PCBs and PCDDs/PCDFs in Arctic Québec: Preliminary Results on the Immune Status of Inuit Infants., *DIOXIN 93*, 13<sup>th</sup> International Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds. Vol. 13, 403 - 406, Federal Environmental Agency, Austria, 1993

5 Colborn Th., Dumanoski D., Myers J.P., Die bedrohte Zukunft, Dromer Knauer, München 1996

6 Blais J.M., Schindler D.W., Muir D.C.G., Kimpe L.E., Donalds D.B., Rosenberg B., Accumulation of Persistent Organochlorine Compounds in Mountains of Western Canada, *Nature*, 395/8, 585

-

588, October 1998

7 Weiss P., Persistente organische Schadstoffe in Hintergrund-Waldgebieten, Österreichisches Umweltbundesamt, Monographien Bd. 97, Wien 1998

8 Bundesumweltministerium, 2. Bericht der Bund/Länder Arbeitsgruppe DIOXINE, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn 1993

10 Elmsteiner W. G., Lorbeer Gundi E., Pestizide, Chlorkohlenwasserstoffe und anorganische Inhaltsstoffe im Niederschlag, Umweltbundesamt Reports, UBA-96-126, Wien, Mai 1996

11 Tataruch F., Vergleichende Untersuchungen zur Schwermetallbelastung von Rot-, Reh- und Gamswild, *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 39 (3), 190 -200, Oktober 1993

12 Köck G., Triendl M., Hofer R., Seasonal Patterns of Metal Accumulation in Arctic Charr from an Oligotrophic Alpine Lake Related to Temperature, *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, 53, 740 - 786, 1996

13 Carson R., *Der stumme Frühling*, 1962, Beck München 1990, ISBN 3 40632902 0

14 Noble N., Elliot J.E., Environmental Contaminants in Canadian Raptors, 1966 - 1988, Effects and Temporal Trends. *Can. Field Nat.* 14(2), 222 - 243, 1991

15 Fox G.A., Epidemiological and Pathobiological Evidence of Contaminant-induced Alterations in Sexual Development in Free-living Wildlife. In: Colborne T., Clement C. (eds.), *Chemically induced*

*Alterations in Sexual and Functional Development: The Human Wildlife Connection*, Princeton Scientific Publishing Co. Inc., Princeton New Jersey, 147 - 158, 1992

16 Giger W., PCBs: 25 Jahre klassische Umweltchemikalien, *GAIA*, 1, 50, 1992

17 Fiedler H., Lau C., Schulz S., Wagner C., Hutzinger O., Von der Trenck K.T., Stoffbericht Polychlorierte Biphenyle. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Bericht 16/95, Karlsruhe 1995

18 Nagel A., Die Belastung einheimischer Fledermäuse mit Chlorkohlenwasserstoffen, *Belastung*

von Säugetieren mit Umweltschadstoffen, Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg, 1996

19 Hofer R., Lackner R., Kargl J., Thaler B., Tait D., Bonetti L., Vistocco R., Flaim G., Fische als Indikatoren für Schadstoffbelastungen entlang eines hochalpinen Nord-Süd-Transektes, Forschungsbericht, Institut für Zoologie und Limnologie der Universität Innsbruck, Innsbruck, Bozen, San Michele, September 1998

20 Wathne B., A., Patrick S., Cameron N., editors, AL:PE- Acidification of Mountain Lakes: Palaeolimnology and Ecology. Part 2 - Remote Mountain Lakes as Indicators of Air Pollution and

Climate Change. Norwegian Institute for Water Research, 1997, ISBN 82-577-3198-6

22 Schadstoffe in Murmeltieren, Untersuchung durchgeführt im Auftrag von Greenpeace Österreich, Greenpeace, Juni 1999

23 Greenpeace Deutschland, Report Dauergifte – die globale Umweltgefahr, Hamburg 1999

24 A. Jensen, Environ Sci & Pollut Res., Special Issue 3 (2002), 92-93

25 OSPAR List of Chemicals for Priority Action, (Up-date 2002)

26 Greenpeace International, The Tip Of The Iceberg, Amsterdam 1999

27 Joan Grimalt et al, Selective Trapping of Organochlorine Compounds in Mountain Lakes of Temperate Areas, Environ. Sci. Technol. 2001, 35, 2690-2697

28 Studie Dauergifte in den Alpen, Die Belastung der Alpen mit schwerabbaubaren organischen Schadstoffen, Elli Seidl im Auftrag von Greenpeace Österreich, 2000

29 Guillem Carrera et al, Atmospheric Deposition of Organochlorine Compounds to Remote High Mountain Lakes in Europe, Environmental Science and Technology, Vol. 38, No. 12, 2002, 2581-2588

---

## Greenpeace-Publikationsempfehlungen zu den Themen Chemie, Dauergifte / POPs

Laufende aktuelle Informationen im Internet:

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

[www.greenpeace.at](http://www.greenpeace.at)

[www.greenpeace.org/~toxics](http://www.greenpeace.org/~toxics)

Hintergrund-Informationen:

- Argumente: Wenn die Chemie nicht stimmt..., 1999
- Report Dauergifte - die globale Umweltbedrohung, 1999: Kurzfassung und Langfassung
- Altpestizide – ein weltweites Problem, 2002

Informationen zu einzelne Schadstoffen:

- Dauergift TBT (Tributylzinn): Factsheet, 2000
- Dauergift Nonylphenol: Factsheet, 2002

Chemiepolitik:

- EU-Chemikalienpolitik - Der Ausweg. Eine Neukonzeption für die Regulierung von Herstellung, Vertrieb und Gebrauch von Chemikalien in Europa unter Anwendung des Vorsorgeprinzips, 1999
- Der Ausweg aus der EU-Chemiekrise, 1999
- Greenpeace-Position zum chemiepolitischen Weißbuch der EU-Kommission, 2002
- Presseerklärungen

## 10 Anhang

# RIVO-Netherlands Institute for Fisheries Research

..... P.O. Box 68	P.O. Box
77	
..... NL 1970 AB Ymuiden	NL 4400
AB Yerseke	
..... The Netherlands	The
Netherlands	
..... Phone:	+31 255
564646..... Phone:	
+31 113 672300	
..... Fax:	+31 255
564644..... Fax:	
+31 113 573477	
..... Internet:postmaster@rivo.wag-ur.nl	

## RIVO report

Number: C044/02

### Persistent organic pollutants in Arctic char from a high mountain lake in the Alps

P.E.G. Leonards, I. van der Veen and J. van Hesseligen

Commissioned by:..... Greenpeace e.V.  
..... Bereich Chemie  
..... Grosse Elbstrasse 39  
..... D-22767 Hamburg  
..... Germany

Project number:.....998 76008-21

Approved by: ..... dr. J. de Boer  
..... Head of Department

Date:.....16 August 2002

## 1 Table of Contents:

1Zusammenfassung.....	4
2Summary.....	6
3Dauergifte – eine globale Bedrohung.....	8
3.1Die globale Verbreitung der Dauergifte.....	8
3.2Klassische Dauergifte und die UN-POPs-Konvention.....	8
3.3Die neue Generation von Dauergiften.....	9
3.4Gesundheitsgefahren durch Dauergifte.....	12
4Globale Destillation.....	12
4.1Dauergifte in der Arktis.....	12
4.2Dauergifte in den Rocky Mountains.....	13
5Dauergifte in den Alpen.....	14
5.1Greenpeace-Untersuchungsprogramm von Fischen aus einem hochalpinen See auf Dauergifte der neuen Generation und Umwelthormone.....	14
5.1.1Untersuchungsziel.....	14
5.1.2Ergebnis.....	16
5.2Ergebnisse des Molar-Programms.....	17
5.3Dauergifte in Gebirgswäldern der österreichischen Alpen.....	18
6Dauergifte in Tieren.....	20
7Greenpeace fordert.....	21
8Danksagung.....	22
9Literatur.....	22
10Anhang.....	23
1Table of Contents:.....	25
11Summary.....	26
12Introduction.....	26
13Objective.....	26
14Materials and methods.....	26
14.1PBDEs, HBCD, and PCAs.....	26
14.2Toxaphene.....	27
14.3Dioxins, furans and non-ortho substituted CBs.....	27
14.4Phthalates.....	27
14.5Lipid content.....	27
15Results and discussion.....	29
15.1PBDEs and HBCD.....	29
15.2PCAs.....	29
15.3Toxaphene.....	29
15.4Dioxins, furans and non-ortho substituted CBs.....	29
15.5Phthalates.....	29
16Conclusions.....	30
17References.....	30
18Tables.....	31
18.1.1.1BFRs.....	31
18.1.1.2Furans (pg/g).....	32
18.1.1.4Dioxins (pg/g).....	32
18.1.1.5TEQ levels (pg TEQ/ g).....	32
18.1.1.6Dioxin/furans.....	33
18.1.1.10Non-ortho CBs.....	33

## 11 Summary

Polybrominated biphenyls (PBDEs), hexabromocyclododecane (HBCD), polychlorinated alkanes (PCAs), toxaphene, chlorinated dioxins and furans, non-ortho substituted polychlorinated biphenyls (PCBs) and phthalates were determined in a sample of Arctic char from a high mountain lake in the Alps. Concentrations of PCAs and dioxins/furans were as high as found in Arctic char from Norway, Sweden and Greenland, and the concentrations of PBDEs, toxaphene and non-ortho CBs were lower.

## 12 Introduction

Recently, persistent organic pollutants (POP) have been found in air, water and biota from remote high altitude lakes due to long range atmospheric transport and deposition of these compounds (Carrera *et al.*, 2001; Carrera, 2002; Datta *et al.*, 1998; Datta *et al.*, 1999; Grimalt, 2001; Kidd *et al.*, 1998). Selective trapping of less volatile compounds, e.g. higher chlorinated PCB congeners, DDTs toxaphene, due to atmospheric deposition have been found in European lakes, Arctic, Lake Baikal, and lakes in eastern Siberia which are situated at high altitude (Barrie L, 1993; Kidd, 1995). The compound deposition seems to be correlated with the annual average atmospheric temperature of the locations (Grimalt, 2001). In general, less volatile compounds are trapped in the higher altitude locations.

This report describes the concentrations of PBDEs, HBCD, TBBP-A, PCAs, toxaphene, chlorinated dioxins and furans, non-ortho substituted polychlorinated biphenyls (PCBs) and phthalates in one sample of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from a high mountain lake (Schwarzsee ob Sölden, Austria, altitude 2800m) in the Alps.

## 13 Objective

The objective of this study was to determine the concentrations of PBDE, HBCD, dioxins, furans, non-ortho substituted CBs, toxaphene, PCAs, phthalates and the lipid content in one sample of Arctic char.

## 14 Materials and methods

Three frozen samples of Arctic char were distributed by Greenpeace (Germany) to RIVO (The Netherlands). Fillets of the fish samples were made and homogenised in a blender (RIVO LIMS nr 2002/0636). Subsamples were used for the analysis of PBDEs, HBCD, toxaphene, PCAs, PCBs, dioxins, phthalates and lipid content (table 1). The following methods were used.

### 14.1 PBDEs, HBCD, and PCAs

The fish sample was mixed with sodium sulphate, allowed to dry overnight and was Soxhlet extracted for 12 h with hexane/acetone (3:1, v/v, 70°C). After addition of an internal standard (2,3,5,6,3'-pentachlorobiphenyl (CB112)), the extract was concentrated on a rotary evaporator, and demi-water (pH=2) was added and the organic layer collected. The water was two times more extracted with isooctane. Organic extracts were combined and concentrated in 2 ml of dichloromethane. The extract was cleaned by gel permeation chromatography (GPC) over two Polymer Laboratories (PL) gel columns (100 x 25 mm, pore size 10 µm), using dichloromethane at 10 ml/min. The collected fraction was 18 - 23 min. The fraction was concentrated under nitrogen, dissolved in iso-octane and further purified shaking with sulphuric acid. Finally, the pentane/iso-octane mixture was concentrated under nitrogen to 2 ml (iso-octane) and eluted over a silica gel column (2% water) with 11 ml iso-octane and 10 ml 20% diethylether in iso-octane. Both fractions were concentrated to 200 µl (iso-octane).

The final analysis was carried out with GC/MS, using electron capture negative ionisation (ECNI) as ionisation technique with methane as a reagent gas. A 50 mCP Sil 8 column (i.d. 0.25 mm, film thickness 0.25 µm) was used for the determination of BFRs and PCAs

analysis. The peak identification was based for PBDEs on retention time and the recognition of the Br ion ( $m/z$  79/81), and specific ions for HBCD and PCAs were used. Detection limits were calculated as three times the noise level of the chromatogram. The limit of determination was set by the lowest concentration of the multi-level (6 point) calibration curve. Further details of the analysis have been reported before (de Boer, 2000). Quantification of PCAs is rather difficult due to very complex mixture of compounds and, therefore, is semi-quantitative.

## 14.2 Toxaphene

After drying a subsample with sodium sulphate, the sample was Soxhlet extracted with a mixture of pentane/dichloromethane (1:1, v/v) for 16 hr. After addition of an internal standard (2,3,5,6,3'-pentachlorobiphenyl (CB112)), the extract was concentrated on a rotary evaporator. The extract was cleaned by aluminium oxide. The fraction was concentrated under nitrogen, dissolved in iso-octane and further purified over a silica gel column. Two fractions were collected. Fraction one contains CHB 26 and the second fraction contains the other toxaphene congeners. Both fractions were concentrated and treated with sulphuric acid. Finally, the extracts were concentrated under nitrogen to 200  $\mu$ l (iso-octane).

The final analysis was carried out with GC/MS, using electron capture negative ionisation (ECNI) as ionisation technique with methane as a reagent gas. A 50 mCP Sil 8 column (i.d. 0.25 mm, film thickness 0.25  $\mu$ m) was used for the determination of the individual toxaphene congeners and total toxaphene. External standards of the congeners and a technical toxaphene mixture were used for quantification. Three toxaphene congeners, Parlar numbers CHB 26, CHB 50 and CHB 62, were determined.

## 14.3 Dioxins, furans and non-ortho substituted CBs

Dioxin, furan and non-ortho CB analyses was performed by the RIKILT (Wageningen, The Netherlands). A subsample was extracted with Accelerated Solvent Extraction (ASE).  $^{13}C$  labelled non-ortho substituted CBs, dioxins and furans were added to the fat extract. The extract was cleaned with GPC, followed by adsorption chromatography with a column of aluminium oxide. The cleaned extract was fractionated with HPLC using a porous graphitic carbon column. Non-ortho substituted CBs, dioxins and furans were collected using the black-flush method. The final analysis was carried out with GC with high resolution MS.

## 14.4 Phthalates

A subsample was dried with sodium sulphate and extracted with DCM for 16 hours. The extract was concentrated carefully. 50 mg of fat extract was clean over a 15 gram deactivated alumina (6% water) column. The column was rinsed with 150 ml pentane/DCM (85:15, v/v), and subsequently eluted with 300 ml of pentane/DCM (85:15, v,v). The last fraction was concentrated to 1 ml. The extract was cleaned over a silica/10%AgN03 column rinsed with 1 ml of DCM and eluted with 8 ml DCM. The final extract was concentrated to 200  $\mu$ l.

The extract was measured with GC/MS, using electron capture negative ionisation (ECNI) as ionisation technique with methane as a reagent gas. The retention time and specific ions were used for identification and quantification. A 50 m CP Sil 8 column (i.d. 0.25 mm, film thickness 0.25  $\mu$ m) was used for the analysis.

## 14.5 Lipid content

The total lipid contents of the biota samples were determined by a chloroform/methanol extraction according to Bligh and Dyer (22).

*Quality Assurance and Quality Control*

An Internal Reference Material (IRMs), blanc and recovery test were performed for all analytes. For phthalates blank values were present. The results were corrected for the value of the procedural blank, analysed in the same series. High blank values were found for DBP and DEHP.

## 15 Results and discussion

An overview of the concentrations for the various contaminants in the Arctic fish sample is presented in table 1 and 2. Literature data for the contaminants in Arctic char are given in table 3.

### 15.1 PBDEs and HBCD

BDE 47, BDE 99 and BDE 100 and HBCD were found in the Arctic char sample. BDE-47 was the dominant PBDE congener with a concentration of 0.6 ng/g wet weight (ww), and 6.7 ng/g on lipid weight basis (lw). BDE-99 was the second dominant PBDE congener (3.3 ng/g lw), followed by BDE-100 (1.1 ng/g lw). The concentration of HBCD (10 ng/g lw) was higher than the PBDEs. The BDE 47, and BDE 99 concentrations in the fish sample were not as high as the concentrations found in Arctic char from lakes in Norway (52-636 ng/g lw (Schlabach, 2001)) or Sweden (64-400 ng/g lw), see table 3.

### 15.2 PCAs

Short chain length PCAs (C10-C13) were present in the char sample at a concentration of 911 ng/g lw (table 1). Medium- and long-chain PCAs were below the limit of detection. The PCA concentration was in the same order of magnitude as found in char from Norway and Sweden (500-592 ng/g lw) (Borgen 2001; Schlabach 2001; (Jansson, 1993).

### 15.3 Toxaphene

Toxaphene congeners CHB 26, CHB 50 and CHB 62 were found in the char sample at concentrations of 7.8, 22 and 7.8 ng/g lw, respectively (table 1). The concentrations are lower than the concentrations found in Arctic char from lakes in Greenland, which varied between 26-72 ng/g lw for CHB 26 and 52-306 ng/g lw for CHB 50 (Cleemann, 2000). The CHB pattern was similar to the pattern found in Arctic char from Greenland; CHB 50 is the dominant congener and concentrations of CHB 26 and CHB 62 are equal (Cleemann, 2000).

### 15.4 Dioxins, furans and non-ortho substituted CBs

The toxic equivalent concentration (TEQ) for the sum of the dioxins and furans, using the WHO TEF values, was 76 pg/g lw, table 2. The reported concentration is as high as found in Arctic char in lake Ellasjøen (Norway). The TEQ concentration of non-ortho CBs is ten fold lower than the concentration found in Arctic char from lake Ellasjøen, but higher than the concentration found in lake Velmunden (Norway).

### 15.5 Phthalates

BBP and DOP were found in the fish sample at a concentration of 9.3 and 3.2 ng/g ww, respectively. DMP, DEP, DBP and DEHP were below the limit of quantification. Literature data of phthalates in fish is very limited. In a Dutch study DEHP and DEP levels in flounder varied between 40-70 ng/g ww and <d.l-50 ng/g ww, respectively (Vethaak, 2002).

## 16 Conclusions

Various persistent organic pollutants were found in an Arctic char sample from a high mountain lake in the Alps. Concentrations of PBDEs, toxaphene and non-ortho substituted CBs were lower, and for dioxins/furans and PCAs as high as reported in Arctic char from Norway, Sweden and Greenland.

## 17 References

- Barrie L, B.T., Dougherty D, Fellin P, Grift N, Muir D, Rosenberg B, Stern G, Toom D. Atmospheric toxaphene in the high arctic. *Chemosphere*, 27(10):2037-2046, 1993.
- Borgen, A.R., M. Schlabach, R. Kallenborn and E. Fjeld. Polychlorinated alkanes in freshwater fish. *Organohalogen compounds*, 52:75-79, 2001.
- Carrera, G., Fernández, P., Grimalt, J.O., Ventura, M., Camarero, L., Catalan, J., Nickus, U., Thies, H., and Psenner R. Atmospheric Deposition of Organochlorine Compounds to Remote High Mountain Lakes of Europe. *Environ. Sci Technol*, 36(12):2581-2588, 2002.
- Carrera, G.; Fernandez, P.; Vilanova, R.M.; and Grimalt, J.O. Persistent organic pollutants in snow from European high mountain areas. *Atmospheric environment*, 35(2):245-254, 2001.
- Cleemann, M., F. Riget, G. B. Paulsen, J. de Boer, J. Klungsoyr and P. Aastrup. Organochlorines in Greenland lake sediments and landlocked Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *The science of the total environment*, 245:173-185, 2000.
- Datta, S.; McConnell, L.L.; Baker, J.E.; Lenoir, J.; and Seiber, J.N. Evidence for atmospheric transport and deposition of polychlorinated biphenyls to the Lake Tahoe basin, California - Nevada. *Environmental science and technology*, 32(10):1378-1385, 1998.
- Datta, S.; Ohyama, K.; Dunlap, D.Y.; and Matsumura, F. Evidence for organochlorine contamination in tissues of salmonids in Lake Tahoe. *Ecotoxicology and environmental safety*, 42(1):94-101, 1999.
- de Boer, J., A. van der Horst and P. G. Wester. PBDEs and PBBs in suspended particulate matter, sediments, sewage treatment plant in- and effluents and biota from the Netherlands. *Organohalogen compounds*, 47:85, 2000.
- Grimalt, J.O., Fernandez, P., Berdie, L., Vilanova, R.M., Catalan, J., Psenner, R., Hofer, R., Appleby, P.G., Rosseland, B.O., Lien, L., Massabuau, J.C., and Battarbee W. Selective Trapping of Organochlorine Compounds in Mountain Lakes of Temperate Areas. *Environ. Sci Technol*, 35(13):2690-2697, 2001.
- Jansson, B., Andersson, R., Asplund, L., Litzen, K., Nylund, K., Sellstrom, U., Uvemo, U-B., Wahlberg, C., Wideqvist, U., Odsjo, T., Olsson, M. Chlorinated and brominated persistent organic compounds in biological samples from the environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12:1163-1174, 1993.
- Kidd, K., Schindler, Dw, Muir, Dcg, Lockhart, WI, Hesslein, Rh. High-concentrations of toxaphene in fishes from a sub-arctic lake. *Science*, 269(5221):240-242, 1995.
- Kidd, K.A.; Hesslein, R.H.; Ross, B.J.; Koczanski, K.; Stephens, G.R.; and Muir, D.C.G. Bioaccumulation of organochlorines through a remote freshwater food web in the Canadian Arctic. *Environmental pollution*, 102(1):91-103, 1998.
- Schlabach, M., E. Fjeld and E. Brevik. Polybrominated diphenylethers and other persistent organic pollutants in Norwegian freshwater fish. *The second international workshop on brominated flame retardants*. Stockholm, 2001.
- Vethaak, A.D., G.B.J. Rijs, S.M. Schrap, H. Ruiters, A. Gerritsen, J. Lahr. 2002. Estrogens and xenoestrogens in the aquatic environment of the Netherlands. RIZA/RIKZ report no. 2002.001, Lelystad, The Netherlands.

## 18 Tables

Table 1: Concentrations (ng/g wet weight or lipid weight) of BFRs, PCAs, toxaphene and phthalates in Arctic char from lake Schwarzsee ob Soelden (Austria).

	Concentration on wet weight basis	Concentration on lipid weight basis
<b>18.1.1.1 BFRs</b>	ng/g ww	ng/g lw
BDE 28	<0.1	<1
BDE 47	0.6	6.7
BDE 66	<0.1	<1
BDE 71	<0.1	<1
BDE 75	<0.1	<1
BDE 77	<0.1	<1
BDE 85	<0.1	<1
BDE 99	0.3	3.3
BDE 100	0.1	1.1
BDE 119	<0.1	<1
BDE 138	<0.1	<1
BDE 153	<0.1	<1
BDE 154	<0.1	<1
BDE 183	<0.1	<1
BDE 190	<0.1	<1
me-TBBP-A	<0.1	<1
HBCD	0.9	10
<b>PCAs (C10-C13)</b>	82	911
<b>Toxaphene</b>		
CHB 26	0.7	7.8
CHB 50	2.0	22
CHB 62	0.7	7.8
<b>18.1.1.1.1 Phthalates</b>		
Dimethyl phthalate (DMP)	<2	<22
diethyl phthalate (DEP)	<60	<667
di-n-butyl phthalate (DBP)	<500	<5555
butyl benzyl phthalate (BBP)	9.3	103
bis-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	<235	<2611
di-n-otyl phthalate (DOP)	3.2	36
<b>18.1.1.1.2 Lipid content</b>	9%	

\*Interference from other compound, not possible to quantify.

Table 2: Concentrations (ng/g or pg/g wet weight or lipid weight) of dioxins, furans and non-ortho substituted PCBs in Arctic char from lake Schwarzsee ob Soelden (Austria). TEQ concentrations (pg TEQ /g) are also provided using the WHO TEF values.

	Concentration on wet weight basis	Concentration on lipid weight basis
<b>18.1.1.2 Furans (pg/g)</b>		
2,3,7,8-TCDF	1.36	15
1,2,3,7,8-PeCDF	0.21	2.4
2,3,4,7,8-PeCDF	0.43	4.8
1,2,3,4,7,8-HxCDF	*	*
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.07	0.74
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.06	0.64
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.02	<0.25
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.17	1.9
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.03	0.32
OCDF	0.34	3.82
<b>18.1.1.3</b>		
<b>18.1.1.4 Dioxins (pg/g)</b>		
2,3,7,8-TCDD	0.05	0.52
1,2,3,7,8-PeCDD	0.19	2.1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	*	*
1,2,3,6,7,8-HxCDD	*	*
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.06	0.68
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.48	5.4
OCDD	2.91	32
<b>Non-ortho CB's (pg/g)</b>		
PCB 81	4.00	44
PCB 77	108	1200
PCB 126	50	557
PCB 169	6.26	70
<b>Mono-ortho CB's (ng/g)</b>		
PCB 123	0.06	0.64
PCB 118	3.79	42
PCB 114	0.05	0.59
PCB 105	0.99	11
PCB 167	1.00	11
PCB 156	0.95	11
PCB 157	0.27	3.0
PCB 189	0.21	2.3
<b>18.1.1.5 TEQ levels (pg TEQ/g)</b>		
Total TEQ dioxins+furans	0.62	6.9
Total TEQ non-ortho CBs	5.09	57
Total TEQ mono-ortho CBs	1.15	13
Sum TEQ dioxins+furans+CBs	6.86	76

Table 3: Literature data of POPs in Arctic char.

	Concentration (ng/g) ww	Concentration (ng/g) lw	Location	Reference
<b>BFRs</b>				
BDE 47	8.27	636	Ellasjøen, Norway	(Schlabach, 2001)
BDE 99	8.02	617	Ellasjøen, Norway	(Schlabach, 2001)
BDE 47	0.52	52	Velmunden, Norway	(Schlabach, 2001)
BDE 99	0.62	62	Velmunden, Norway	(Schlabach, 2001)
BDE 47	21	400	Lake Vättern, Sweden	(Jansson, 1993)
BDE 99	3.4	64	Lake Vättern, Sweden	(Jansson, 1993)
<b>PCAs (C10-C13)</b>				
	7.7	592	Ellasjøen, Norway	(Borgen, 2001)
	5.0	500	Velmunden, Norway	(Borgen, 2001)
	6.9	531	Ellasjøen, Norway	(Schlabach, 2001)
	30	570	Lake Vättern, Sweden	(Jansson, 1993)
<b>Toxaphene</b>				
CHB 26	0.63-2.6	26-72	Greenland	(Cleemann, 2000)
CHB 50	1.3-11	52-306	Greenland	(Cleemann, 2000)
CHB 62	0.32-4.7	13-131	Greenland	(Cleemann, 2000)
18.1.1.6			Dioxin/furans	
<b>18.1.1.7</b>	0.2 pg TEQ/g	15 pg TEQ/g	Ellasjøen, Norway	(Schlabach, 2001)
<b>18.1.1.8</b>	0.2 pg TEQ/g	20 pg TEQ/g	Velmunden, Norway	(Schlabach, 2001)
<b>18.1.1.9</b>				
18.1.1.10			Non-ortho CBs	
<b>18.1.1.11</b>	7.16 pg TEQ/g	551 pg TEQ/g	Ellasjøen, Norway	(Schlabach, 2001)
<b>18.1.1.12</b>	0.19 pg TEQ/g	19 pg TEQ/g	Velmunden, Norway	(Schlabach, 2001)
<b>18.1.1.13</b>			Lake Vättern, Sweden	(Jansson, 1993)