

**Eine kleine Dosis Umweltgifte  
oder  
*Eine Einführung in die Toxikologie der  
Umweltgifte***

Ein Buchkapitel aus  
*Eine kleine Dosis Toxikologie – Umweltgifte*  
von

Steven G. Gilbert, PhD, DABT  
Institute of Neurotoxicology & Neurological Disorders (INND)  
Seattle, WA 98115

E-mail: [sgilbert@innd.org](mailto:sgilbert@innd.org)

Supporting web sites  
web: [www.asmalldoseof.org](http://www.asmalldoseof.org) - "A Small Dose of Toxicology"  
web: [www.toxipedia.org](http://www.toxipedia.org) - Connecting Science and People

## Eine kleine Dosis Umweltgifte

oder

## Eine Einführung in die Toxikologie der Umweltgifte

### Dossier

**Name:** persistierende Umweltschadstoffe, je nach Behörde und Organisation unterschiedliche Bezeichnungen (z.B. EPA Persistent Bioaccumulative and Toxic (PBT) or United Nations Persistent Organic Pollutant (POP))

**Verwendung:** variabel, oft beschränkt oder verboten (aber immer noch in der Umwelt vorhanden)

**Quelle:** Industrie, Mülldeponien, Nahrungskette, Umwelt

**Empfohlene Tagesdosis:** keine (nicht essentiell)

**Aufnahme:** variabel

**Empfindliche Personen:** Feten, Kinder, Ältere, alle Arten lagern PBT an

**Toxizität/Symptome:** unterschiedliche toxische Wirkungen betreffen die Entwicklung, das Lernen und Gedächtnis, kann zu Krebs führen...

**Grenzwerte:** örtlich unterschiedlich, nationale und internationale Behörden arbeiten zusammen, um die Stoffe in der Umwelt zu beseitigen oder zu reduzieren

**Generelles:** wird schon länger verwendet, reichert sich an

**Umwelt:** weltweiter Umweltschadstoff

**Empfehlungen:** vermeiden, Gebrauch einschränken

## Fallstudien

### Lindan-Deponie

Aus einer Lindan-Werbung für ORTHO – 1953

“Prüfen Sie die ORTHO Lindan-Vorteile:

Hohe Sicherheit – Zugelassen gegen Läuse und Krätze, erlaubt auch bei  
Milchkühe. Bei korrekter Anwendung kein Übertritt in die Milch. .... Von  
Hautärzten verwendet bei Läusen, Milben und Krätze. Lagert sich nicht an  
und ist praktisch geruchslos. Wird in Warmblüter praktisch abgebaut”

Entoma – Ein Verzeichnis der Insekten- und Pflanzenkontrolle, George S.  
Langford (Herausgeber), herausgegeben von The entomological Society of  
America. – 10. Auflage 1953-1954, Seite – 165.

Lindan (gamma-Hexachlorcyclohexan) ist eines der letzten chlororganischen Pestizide nach altem Muster, welches noch in Gebrauch ist. Die Verwendung von Organochlorverbindungen, wie DDT, Aldrin, Dieldrin, Heptochlor und Toxaphen ist in vielen Ländern aufgrund ihrer Giftigkeit, der Persistenz in der Umgebung oder ihre Anreicherung eingeschränkt oder verboten. Lindan wurde 1825 zum ersten Mal zusammen mit anderen ähnlichen Verbindungen isoliert, aber die tödliche Wirkung auf Insekten wurde erst in den 1940er Jahren erkannt.

Lindan war weit verbreitet aufgrund seines großen Wirkungsspektrums, welches von Töten von Insekten bis hin zu Würmern, die die Ernte beschädigten, reichte. Eine Zeit lang wurde es auch verwendet, um Nagetiere zu töten. Lindan greift das Nervensystem an und verursacht Zittern, Koordinationsstörungen, Lähmungen und schließlich Tod. Lindan wurde oft auf Getreide gesprüht, wo es entweder verschluckt oder eingeatmet werden konnte. Ursprünglich wurde die Persistenz in der Umwelt als Vorteil gesehen, dies änderte sich aber bald und führte zu Einschränkungen im Gebrauch. Lindan ist in Wasser stabil und hat im Boden eine durchschnittliche Halbwertszeit von 15 Monaten. Für Fische ist es sehr giftig. Forellen sind bei einem Wert unterhalb  $1,7 \mu\text{g Lindan/L Wasser}$  gefährdet. Die amerikanische Behörde EPA schränkte den Gebrauch 1983 wie die meisten europäischen Länder ein und 2006 wurde die Zulassung als Pestizid nicht mehr verlängert. Allerdings gibt es noch Produkte, um Läuse und die Krätze zu vernichten, die

unter die Zuständigkeit der amerikanischen FDA fallen. Aber selbst diese Verwendungen sind umstritten und werden in einigen Ländern nicht mehr zugelassen. Die Hauptgefahr ist nicht nur die Toxizität des Lindans, sondern die Persistenz und der Transport in die Umwelt.

Die EPA setzt eine Trinkwassergrenze von 0,2 Teilen pro Milliarde (ppb) fest. Industriedeponien wie in Allegheny County (Pennsylvania) enthalten schätzungsweise 400 t Lindanabfälle und andere Abfälle über einen Zeitraum von 50 Jahren auf einer Fläche von 3 000 m<sup>2</sup>. Die Abwässer dieser Deponie verunreinigen das Trinkwasser mit Lindan. Lindan wird regelmäßig im Oberflächenwasser in den Vereinigten Staaten gemessen (siehe US Geological Survey Überwachung Studien).

## **Einführung und Geschichte**

In den 1950er und 1960er Jahren gab es einen enormen Anstieg bei der Anwendung von Chemikalien in der Landwirtschaft, der Industrie und rund um das Haus. Wir rieben unseren Körper mit DDT ein, um Läuse zu entfernen und verbreiteten DDT, um Moskitos zu vernichten. Wir verwendeten andere Pestizide, um Insekten und Unkräuter zu vernichten und die Ernteerträge zu verbessern. Blei wurde dem Benzin zugesetzt, damit die Autos besser laufen. Ebenso wurde es den Farben zugesetzt, damit diese länger halten. Gleichzeitig wurde Blei zusammen mit Arsen zur Bekämpfung von Schädlingen auf Obstbäume gesprüht. Zellstoff- und Papierfabriken verwendeten Quecksilber, um Pilze und Schimmel abzutöten und um sicherzustellen, dass das Papier weiß blieb. Die Samen wurden mit Quecksilber behandelt, um Bodenpilze zu stoppen. Durch den Einsatz von Quecksilber in Thermometer, Thermostat und Schaltern gelangte es in die Schulen und Häuser. Vielleicht können einige sich noch daran erinnern, wie sie mit kleinen Quecksilberkügelchen spielten. Der Einsatz in Elektrogeräte erforderte Materialien, die Hitze standhalten konnten. Diesen Zweck schienen PCBs zu erfüllen. Man glaubte, dass diese Chemikalien sicher sind und in kleinen Dosen nicht schädlich wären.

In den 1970er Jahren wurde bemerkt, dass kleine Dosen empfindliche Personen schädigen können. Vor 30 Jahren schlug Rachel Carson in dem Buch „Stiller Frühling“ wegen den Auswirkungen von Umweltschadstoffen Alarm. Vergiftungen können bei kleinen Dosen in empfindlichen Personen (einschließlich Tiere) vorkommen. Es häuften sich Indizien, dass ein Pestizid wie DDT unerwartete Nebenwirkungen haben kann. Der erste und offensichtliche Effekt war das dünner werden von Vögelierschalen, was zu einem starken Rückgang der Raubvogelpopulation führte. Raubvögel stehen an der Spitze der Nahrungskette, wo sich DDT ansammelte und konzentrierte. Des Weiteren wurde uns bewusst, dass auch niedrigdosierte Exposition gegenüber diesen Mitteln Krankheiten wie Krebs verursachen, die erst nach vielen Jahren in Erscheinung treten. Menschen stehen am Ende der Nahrungskette und reichern DDT im Fettgewebe an. Es wird während der Stillzeit mobilisiert und gelangt so über die Muttermilch in den Säugling. Dieser empfängt aufgrund seines geringen Gewichtes erhebliche Mengen. Wir

bemerkten auch, dass Quecksilber und Blei die Ursachen von Entwicklungsstörungen und Schädigungen bei der Entwicklung des Nervensystems sind, die ein Leben lang anhalten können.

Es stellte sich auch heraus, dass die meisten dieser Stoffe ähnliche Eigenschaften aufwiesen, die zur Giftigkeit von Menschen, Tieren und Pflanzen beitragen. Erstens sind diese Substanzen in der Umwelt sehr haltbar. Viele der frühen Pestizide und Metalle zersetzen sich in der Umwelt nicht oder nur sehr langsam. Wenn diese Substanzen kontinuierlich an die Umgebung abgegeben werden, steigen deren Werte immer höher an, d. h. sie schädigen auch andere Organismen, als nur die eigentlichen Zielorganismen. Zweitens waren die ersten Pestizide auch für die nützlichen Arten (nützliche Insekten oder Pflanzen) giftig. Drittens reicherten sich viele dieser Verbindungen in den Arten an und gelangten so in die Nahrungskette. Die chlorierten Pestizide reichern sich im Fettgewebe der Tiere an. Andere Tiere, die diese Tiere fressen, reichern so immer mehr dieser Schädlingsbekämpfungsmittel an. Die Mehrheit dieser Arten können diese Verbindungen nicht verstoffwechseln und ausscheiden. Blei reichert sich in den Knochen und Methylquecksilber in der Muskulatur an. Schließlich verbreiten sich diese Stoffe aufgrund ihrer Haltbarkeit und Speicherung in verschiedenen Spezies weltweit und gelangen so auch an Orte, wo sie nie benutzt wurden. In Tieren an der Spitze der Nahrungskette, wie zum Beispiel Eisbären und Belugawale finden sich regelmäßig PCB-Werte im Fettgewebe größer als 6 ppm, obwohl diese Tiere weit weg von der Herstellung und dem Einsatz dieser Pestizide leben.

Um die Gesundheit der Bevölkerung und der Umwelt vor den Gefahren dieser Verbindungen zu schützen, haben Regierungsbehörden verschiedener Programme und Vorschriften erlassen, um den Einsatz dieser Substanzen zu verbieten oder zu beschränken. Gesetze wurden erlassen, die strengere Prüfungen von Verbindungen vor der Anwendung vorsahen, aber dies erwies sich nicht als sehr effektiv. So wurde beispielsweise der US Toxic Substance Control Act (TSCA) im Jahr 1976 erlassen, blieb aber weitgehend wirkungslos. Der US Food Quality Protection Act (FQPA), eingeführt 1996, war wirksamer bei der in der Durchführung von Testanforderungen für Schädlingsbekämpfungsmitteln. Forscher arbeiteten an neuen Pflanzenschutzmitteln, die spezifischer in ihrer Toxizität und weniger persistent sind. Die Verwendung vieler dieser persistenten Pestizide wurde eingeschränkt und an einigen Orten auch verboten. Die einzelnen Länder sind für die Gesetze verantwortlich. So gibt es Länder, in denen Pflanzenschutzmittel angewendet werden, die in anderen verboten sind.

Es wurden Listen persistierender Schadstoffe erstellt, die helfen sollen, die Arbeiten zur Verringerung der Exposition zu regulieren. Es gibt vieles dieser Listen und sogar Listen von Listen der persistierenden, und Substanzen, die oft überarbeitet werden, sobald neue Daten zur Verfügung stehen. Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) erstellt Listen für persistente organische Schadstoffe (POPs), die den Fokus legen auf „chemische Substanzen, die in der Umwelt persistieren, sich in der Nahrungskette anreichern und ein Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen.“

Die UNEP erstellt ebenfalls Listen für persistente, toxische Substanzen. Die amerikanische EPA gibt Listen heraus für Substanzen, die sie „Persistent Bioaccumulative and Toxic“ (PBT) nennt. Beide Listen enthalten organische Substanzen und Metalle. Regionale Gruppen beginnen ebenfalls Listen von persistierenden Umweltschadstoffen zu erstellen, um lokale Besonderheiten zu berücksichtigen. So hat das Washington State Department of Ecology in den Vereinigten Staaten eine Liste persistierender bioakkumulierbarer Gifte (PBT) mit 27 Substanzen erstellt. Es ist aufschlussreich, sich diese Überlappung und Unterschiede dieser Listen anzusehen. Folgende Tabelle vergleicht die Listen mehrerer amerikanischen Behörden. Auffallend ist die große Übereinstimmung, welche Substanzen Priorität haben. So sind Pestiziden und Flammschutzmittel unter den persistierenden Substanzen besonders häufig vertreten (Tab. 14.1).

Tab. 14.1 Klassifikation persistierender Umweltgifte

| Substanz                             | EPA | WA State | UN (POPs) | UN (PTSs) | Klasse  |
|--------------------------------------|-----|----------|-----------|-----------|---|
| Aldrin/Dieldrin                      | X   | X        | X         | X         | Pestizid  |
| Benzo(a)pyren                        | X   | X        |           |           | Ein polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoff (vgl unten) |
| Cadmium                              |     | x        |           |           | Metall  |
| Chlordan                             | X   | X        | X         | X         | Pestizid  |
| Chlordecon                           |     | X        | X         |           | Pestizid  |
| DDT, DDD, DDE                        | X   | X        | X         | X         | Pestizid  |
| Dicofol                              |     | X        |           |           | Pestizid  |
| Dioxine (TCDD) & Furane              | X   | X        | X         |           | Bei Verbrennungen   |
| Endrin                               |     | X        | X         | X         | Pestizid  |
| Endosulfan                           |     | X        |           |           | Pestizid  |
| Hexachlorobenzol                     | X   | X        | X         | X         | Pestizid  |
| Alpha- and beta-hexachlorocyclohexan |     |          | X         |           | Pestizid  |
| Heptachlor                           |     | X        |           | X         | Pestizid  |
| Hexabromobiphenyl                    |     | X        | X         |           | Flammschutzmittel   |
| Hexabromodiphenyl-ether              |     |          | X         |           | Flammschutzmittel   |
| Alkylblei                            | X   | X        | X         |           | Metall  |
| Lindane                              |     | X        | X         | X         | Pestizid  |
| Mercury (methyl mercury)             | X   | X        |           | X         | Metall  |
| Methoxychlor                         |     | X        |           |           | Pestizid  |
| Mirex                                | X   | X        | X         | X         | Pestizid  |

|   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|--|
| Octachlorostyrol                                    | X |   |   |   | Nebenprodukt                             |
| Polychlorierte Biphenyle (PCBs)                     | X | X | X | X | hitzebeständig                           |
| Pendimethalin                                       |   | X |   |   | Pestizid                                 |
| Pentabromodiphenylether (PBDEs)                     |   | X |   |   | Früher<br>Flammschutzmittel              |
| Pentachlorobenzene                                  |   |   | X |   | Fungizid,<br>Flammschutzmittel           |
| Pentachloronitrobenzol                              |   | X |   |   | Pestizid                                 |
| Perfluorooctansulfonsäure                           |   | X | X |   | Kommt in<br>zahlreichen<br>Produkten vor |
| Polybrominated Hydrocarbons (PBDEs)                 |   | X |   | X | Verunreinigung                           |
| Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAHs) |   | X |   | X | Verbrennungs-<br>nebenprodukt            |
| Tetrabromodiphenylether                             |   | X | X |   | Flammschutzmittel                        |
| Zinn (Organozinn)                                   |   |   |   | X | Metall                                   |
| Toxaphen  | X | X | X | X | Pestizid                                 |
| Trifluralin   |   | X |   |   | Pestizid                                 |
| 1,2,4,5-tetrachlorobenzol                           |   | X |   |   | Pestizid                                 |

## Auswirkungen auf die Gesundheit

Tabelle 14.2 gibt einen kurzen Überblick einiger Substanzen und der Toxizität. Zusätzliche Informationen zu den einzelnen Substanzen können an anderer Stelle in diesem Buch als auch in vielen anderen Quellen gefunden werden.

Tab. 14.2 Substanzen und Toxizität

| Substanz        | Bemerkung  |
|-----------------|--|
| Aldrin/Dieldrin | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert – Einsatz gegen Moskitos und Termiten<br>Import und Herstellung in den USA seit 1987 verboten. |
| Benzo(a)pyren   | ein PAH (vgl unten unter PAH)  |
| Cadmium         | Metall – natürlich vorkommend – Anwendung in Stahl und Plastik, Batterien, Zigarettenrauch – Lungenkarzinogen                                    |
| Chlordan        | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert –  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
|                         | Einsatz gegen Moskitos und Termiten<br>Import und Herstellung in den USA verboten, Anwendung seit 1988 verboten.  |
| DDT, DDD, DDE           | Pestizid (DDT), Abbauprodukte (DDD, DDE) –<br>Organochlorverbindung – bioakkumuliert – Einsatz gegen Moskitos<br>Import und Herstellung in den USA seit 1972 verboten.<br>Auswirkungen auf die Tierwelt – wird in der Muttermilch und Fett gefunden   |
| Dicofol                 | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert –<br>Insektizid für Früchte – analog DDT – abbaubar, aber sehr giftig für Wassertierwelt insbesondere für Fischen   |
| Dioxine (TCDD) & Furane | Verbrennungsprodukt, bioakkumuliert - kommunale und klinische Abfälle - Humankarzinogen   |
| Endrin                  | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert –<br>Insektizid für Getreide – häufig verwendet, 1980 vom Markt genommen  |
| Endosulfan              | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert – zur Zeit als Insektizid im Einsatz  |
| Heptachlorepoxyd        | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert –<br>Heptachlorepoxyd ist ein Abbauprodukt von Heptachlor, einem Insektizid von 1953 bis 1974 in den USA. Wirkt auf viele Insekten. häufig verwendet, 1974 vom Markt genommen Import und Herstellung in den USA verboten, Anwendung seit 1988 verboten. |
| Hexachlorobenzol        | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert –<br>Fungizid für Saatgut, seit 1965 nicht mehr verwendet, ist aber ein Nebenprodukt bei der Herstellung von Lösemittel   |
| Blei                    | Metall - sehr verbreitet in der Umwelt, durch Benzinzusatz und als Farbe weit verteilt. Inzwischen ist der Einsatz als Benzinzusatz und Farbe verboten. Potentes Neurotoxin bei Kinder  |
| Lindan                  | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert –<br>Insektizid bis 1983 häufig angewandt. Als Trinkwasserverunreinigung durch US Behörde geregelt  |
| Quecksilber             | Metall - persistent - bioakkumuliert – Anreicherung in einer Vielzahl von Fischarten. Zahlreiche Anwendungen in industriellen Prozessen. Ursache für Entwicklungsneurotoxizität - Kinder am anfälligsten.   |
| Methoxychlor            | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert – Ersatz für DDT. In den USA wurden im Jahr 1978 1700 Tonnen produziert. Der Gebrauch ging merklich zurück – als Wasserschadstoff gesetzlich geregelt   |



|   |  |
|---|--|
| Mirex   | Pestizid – Organochlorverbindung – bioakkumuliert – Häufiger Einsatz in den USA von 1962-1978, um Feuerameisen zu vernichten. Jeglicher Gebrauch seit 1978 in den USA verboten.                |
| Octachlorostyrol                                    | Nebenprodukt bei der Magnesiumherstellung. Von der EPA als persistent und bioakkumulativ eingestuft.   |
| Pendimethalin                                       | Pestizid – Herbizid verwendet, um Gräser und breitblättrige Unkräuter in Getreidefeldern und Rasen zu kontrollieren  |
| Pentabromodiphenyl-ether                            | Früher als Flammschutzmittel verwendet   |
| Pentachlorobenzol                                   | Pestizid – Fungizid verwendet für Getreide und Acker   |
| Polybromierte Kohlenwasserstoffe                    | Gebrauch in Plastikfabriken. Bioakkumuliert und ist in der Umwelt sehr persistent.   |
| Polychlorierte Biophenyle (PCBs)                    | Hitze- und Flammschutzmittel – von 1929 und 1977 in Transformatoren weit verbreitet – jede Herstellung verboten - umfassend geregelt - sehr verbreitet globale Verunreinigung.                 |
| Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs) | Verbrennungsnebenprodukte - Klasse von 100 Chemikalien - Verbrennungsnebenprodukte von Öl bis Tabak. Einige der ersten, bekannten Karzinogene.   |
| Zinn (Organozinnverbindungen)                       | Organozinnverbindungen werden in einer Vielzahl Verbraucherprodukten, wie Farbe und in Schädlingsbekämpfungsmitteln eingesetzt. bioakkumuliert und ist persistent, wirkt auf das Nervensystem. |
| Toxaphen  | Pestizid - Organochlorverbindung - bioakkumuliert - Weitgehend auf US-Baumwollkulturen von 1947 bis 1980 eingesetzt, Herstellung und Verwendung in den USA verboten                            |
| Trifluralin   | Pestizid - Herbizid verwendet, um Auftreten von Unkräutern in Getreidefeldern und Landschaften zu verhindern   |
| 1,2,4,5-tetrachlorobenzol                           | Pestizid - Insektizid und Zwischenprodukt in der Herbizidproduktion - ähnlich Dioxin (TCDD)  |

## Verminderung der Exposition

Die Exposition hängt von der Region der Welt, der Ernährung, des Wohnens, des Berufs und anderen Faktoren ab. So reichert sich Quecksilber in bestimmten Fischen an und ist besonders für den Fötus giftig. Viele Behörden warnen Kinder und gebärfähige Frauen vor dem Verzehr bestimmter Fischarten, wobei dies schwierig für diejenigen werden kann, die auf eine hohe Fischdiät angewiesen sind. Verringerung der Exposition gegenüber persistierender Schadstoffe ist schwierig, weil sie allgegenwärtig sind und sich im Lauf der Zeit ansammeln. Während Einzelpersonen es manchmal gelingt die

Exposition von bestimmten PBT (Bsp. Quecksilber) über die Nahrung zu reduzieren, wurde durch die Behörden festgestellt, dass der effektivste Weg einer Expositionsverringerung die Einschränkung der Verwendung dieser Produkte ist, als auch die Herstellung dieser Produkte.

Viele der persistierenden Schadstoffe wurden als Pestizide identifiziert. Das Integrierte Schädlingsbekämpfungsmanagement (Integrated Pest Management, IPM, Definition vgl. unten) ist ein Ansatz zur Schädlingsbekämpfung, welches die Verwendung von Pestiziden deutlich reduzieren kann, wobei auch ausreichende oder sogar bessere Erträge erzielt werden können. IPM-Programme werden in der Landwirtschaft, Landschaftspflege und zur Schädlingsbekämpfung in Innenräume eingesetzt. Typischerweise verhindern IPM-Programme Schädlinge durch nicht-chemische Methoden oder, wenn diese verwendet werden, dann so, dass sie für Nützlinge unschädlich sind. Viele Institutionen, auch Schulen, verwenden IPM-Protokolle für den Pflanzenschutz.

"Das Integrierte Schädlingsbekämpfungsmanagement (IPM) ist ein nachhaltiges Konzept, um Schädlinge mit einer Kombination von biologischen, kulturellen, physikalischen und chemischen Mitteln zu behandeln, die das ökonomische Risiko, das Gesundheits- und Umweltrisiko verringert."

Aus: Anonymous. Praxis des Integrierten Schädlingsbekämpfungsmanagement (1991) Früchte und Nüsse, RTD Updates: Pest Management, 1994, USDA-ERS, 8pp)

## Weitere Informationen und Nachweise

### Bilderpräsentation

- A Small Dose of Persistent Environmental Contaminants presentation material and references online: <http://toxipedia.org/wiki/display/toxipedia/pbt>. Web site contains presentation material on the health effects of Persistent Environmental Contaminants.

### Europäische, asiatische und Internationale Behörden

- European Union – Commission on the Environment - ). Online: < <http://www.chem.unep.ch/pops/> > (accessed: 11 May 2009). REACH is a new European Community Regulation on chemicals and their safe use (EC 1907/2006). It deals with the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemical substances. The new law entered into force on 1 June 2007.
- United Nations Environment Programme (UNEP) – Persistent Organic Pollutants (POP). Online: < <http://www.chem.unep.ch/pops/> > (accessed: 11 May 2009). Information on international efforts to reduce persistent pollutants.
- Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POP). Online: < <http://chm.pops.int/> > (accessed: 11 May 2009).  
“The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants is a global treaty to protect human health and the environment from chemicals that remain intact in the environment for long periods, become widely distributed geographically and accumulate in the fatty tissue of humans and wildlife.”

### Nordamerikanische Behörden

- Health Canada - Chemical Substances Online: < <http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/en/> > (accessed: 11 May 2009). Health Canada provides information on the health effects and environmental distribution of chemical substances in Canada.
- US Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Environmental Health Laboratory, National Biomonitoring Program (NBP). Available: <http://www.cdc.gov/biomonitoring/>. (accessed: 9 May 2009).
- US Environmental Protection Agency – Persistent Bioaccumulative and Toxic (PBT) Chemical Program. Online: < <http://www.epa.gov/pbt/> > (accessed: 9 May 2009).

Information of the efforts of U.S. EPA to reduce PBT chemicals.

- US Geological Survey. Online: <<http://www.usgs.gov/>> (accessed: 11 May 2009).  
This site contains information and maps on the use of pesticides across the US both as contaminants and crop use.
- Washington State Department of Ecology – Persistent, Bioaccumulative Toxins. Online: < <http://www.ecy.wa.gov/programs/swfa/pbt/> > (accessed: 11 May 2009).  
Information on Washinton’s approach to persistent, bioaccumulative toxins, and includes several chemical action plans.
- US Department of Agriculture – Integrated Pest Management (IPM). Online: <<http://www.csrees.usda.gov/integratedpestmanagement.cfm>> (accessed: 11 May 2009).  
Site provides information and other links on IPM.

### **Regierungsunabhängige Organisationen**

- Environmental Health Research Foundation (EHRF) – Biomonitoring info. Online: <http://www.biomonitoringinfo.org/>. (accessed: 11 May 2009).  
“A resource for policymakers, scientists, educators, workers, journalists and the public on the nature and promise of biomonitoring.”
- Pesticide Action Network UK. Online: < <http://www.pan-uk.org/> > (accessed: 11 May 2009).  
PAN-UK works to eliminate the dangers of toxic pesticides, exposure to them, and their presence in the environment in Europe.
- Pesticide Action Network North America (PANNA). Online: <<http://www.panna.org>> (accessed: 11 May 2009).  
“PANNA works to replace pesticide use with ecologically sound and socially just alternatives.”
- Washington Toxics Coalition (WTC). Online: <[www.watoxics.org](http://www.watoxics.org)> (accessed: 11 May 2009).  
WTC provides information on model pesticide policies, alternatives to home pesticides, information on persistent chemical pollutants, and much more.
- Beyond Pesticides. Online: <<http://www.beyondpesticides.org/>> (accessed: 11 May 2009).

“Beyond Pesticides is a national network committed to pesticide safety and the adoption of alternative pest management strategies which reduce or eliminate a dependency on toxic chemicals.”

- Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides (NCAP). Online: <<http://www.pesticide.org/>> (accessed: 11 May 2009).  
“NCAP works to protect people and the environment by advancing healthy solutions to pest problems.”
- University of California Statewide Integrated Pest Management Program (UC IPM). Online: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/>> (accessed: 12 May 2009).  
“UC - IPM develops and promotes the use of integrated, ecologically sound pest management programs in California.”
- Environmental Defense Fund – The Arctic at Risk: A Circumpolar Atlas of Environmental Concerns. Online: <<http://rainbow.ldgo.columbia.edu/edf/>> (accessed: 12 May 2009).  
Site has maps and information on contaminants in the arctic.
- IPMopedia – Integrated Pest Management information. Online.: <<http://www.ipmopedia.org/>> (accessed: 21 May 2009).  
IPMopedia offers free and up-to-date integrated pest management advice from green gardening experts.

### **Referenzen**

Wargo, John. Our Children's Toxic Legacy: How Science and Law Fail to Protect Us from Pesticides. Yale University Press. 2nd edition (1998) 402 pages.

Carson, Rachel. Silent Spring. Houghton Mifflin, Boston, (1994). 368 pages.

Atkin, J. and Klaus M. Leisinger (Editors). Safe and Effective Use of Crop Protection Products in Developing Countries CABI Publishing, CAB International. (2000). 163 pages

Sexton, K., Needham, L., and Pirkle, J. (2004). Human Biomonitoring of Environmental Chemicals. American Scientist Classics. 92(1) 38. DOI: [10.1511/2004.1.38](https://doi.org/10.1511/2004.1.38).  
Available: [http://www.cdc.gov/biomonitoring/pdf/AS\\_article\\_biomonitoring.pdf](http://www.cdc.gov/biomonitoring/pdf/AS_article_biomonitoring.pdf)

National Research Council (2006). Human Biomonitoring for Environmental Chemicals - Committee on Human Biomonitoring for Environmental Toxicants, National Academy Press Available: [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=11700](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11700) (accessed: 12 May 2009).