

Statusbericht zu Organochlorpestiziden in Baselbieter Böden

Daniel Schmutz, Lidia Lopez, Roland Bono

Amt für Umweltschutz und Energie, Rheinstrasse 29, CH-4410 Liestal

Zusammenfassung

2010 wurden durch das Amt für Umweltschutz und Energie BL insgesamt 71 Böden von Wald-, Landwirtschafts- und Siedlungsstandorten auf die Gehalte an Organochlorpestiziden untersucht. OCP wurden im grossen Massstab vor allem als Insektizide eingesetzt. Die meisten sind in der Schweiz in der Anwendung seit Mitte der 1970-iger Jahre verboten, dies aufgrund ihrer Persistenz in der Umwelt, ihrer Bioakkumulation sowie ihrer Toxizität. Es zeigte sich, dass OCP in allen untersuchten Böden nachweisbar sind. Während die Wald- und Landwirtschaftsstandorte niedrige bis sehr niedrige Gehalte dieser Schadstoffe aufwiesen, zeigten die Böden der untersuchten Familiengärten teilweise auffällig hohe Gehalte. Einige dieser Böden sind gemäss gesetzlichen Vorgaben als "stark belastet" einzustufen. Aufgrund einer ersten Risikoeinschätzung ist in erster Linie beim Anbau von Kürbisgewächsen mit erhöhten OCP-Gehalten in diesem Gemüse zu rechnen, dies aufgrund des pflanzenspezifischen Akkumulationsvermögens.

Abstract

In 2010, the Environmental Agency BL analyzed 71 soils of forest, agricultural and residential locations on their contents of organochlorine pesticides. OCPs were used on a large scale mainly as insecticides. Due to their environmental persistence, their bioaccumulation and their toxicity, the use of most OCPs is forbidden in Switzerland since the mid 1970s. It was found that OCPs are detectable in all soils analyzed. While the forest and agricultural sites showed low to very low levels of these pollutants, the soils of the analyzed family gardens partially showed conspicuously high levels. According to legal regulations, some of these soils are classified as "heavily loaded". Based on an initial risk assessment elevated OCP levels in vegetables are primarily to be expected in the cultivation of cucurbits, this due to the plant-specific accumulation ability.

Keywords: persistent organic pollutants, pesticide, soil pollution, garden soils

1. Einleitung

Organochlorpestizide (OCP) wurden bis Mitte der 1970-iger Jahre in grossen Mengen und mit breitem Anwendungsbereich vor allem zur Bekämpfung von Insekten verwendet. Der Einsatz der meisten dieser Wirkstoffe ist in der Schweiz seit Mitte der 1970-iger Jahre verboten. Organochlorpestizide gehören gemäss Stockholmer Konvention zu den POP's (Persistent organic Pollutants). Verboten wurden die OCP aufgrund ihrer Persistenz (kaum abbaubar in der Umwelt), ihrer Bioakkumulation sowie ihrer Toxizität.

In der Schweiz liegen, im Gegensatz zu den Polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) oder den "verwandten" Polychlorierten Biphenylen (PCB) nur wenige Untersuchungen über mögliche Bodenbelastungen mit OCP vor.

Das Amt für Umweltschutz und Energie des Kantons Basel-Landschaft hat deshalb 2007 in einer ersten Untersuchungsphase 27 Landwirtschaftsböden, mehrheitlich Böden aus Intensivgemüse-

und Ackerbauflächen, auf aktuell und früher verwendete Pestizide untersucht. Dabei wurden OCP in allen untersuchten Böden nachgewiesen, selbst in Böden mit Dauergrünland.

Die eher unerwarteten Befunde führten zu einer zweiten Untersuchungsphase im Jahre 2010 an zusätzlichen 44 Standorten. Dabei wurden Böden von Standorten in Wald-, Landwirtschafts- und Siedlungsflächen beprobt und auf OCP untersucht.

Die vorliegende Arbeit wertet die Ergebnisse der total 71 auf Spuren von OCP untersuchten Böden aus. Die Standorte verteilen sich über die ganze Kantonsfläche und umfassen verschiedene Nutzungsarten.

2. Gesetzlicher Hintergrund

In der aktuellen schweizerischen Gesetzgebung finden sich für OCP in Böden einzig in der "Weg-

leitung Bodenaushub" (BUWAL 2001) Belastungsgrenzwerte; diese wurden von der "New Dutch List" übernommen. Einige Nachbarländer wie z.B. Deutschland kennen Prüfwerte. Eine EU-weite gesetzliche Regelung liegt nicht vor. Tab. 1 zeigt die gesetzlichen Regelwerke der Schweiz, Deutschland und Niederlanden auf.

Schadstoffe in g/kg TS	CH: RW Wegleitung Bodenaushub	CH: PW Wegleitung Bodenaushub	NL: RW New Dutch List	NL: SW New Dutch List	D: PW BBodSchV Kinder- spielflächen	D: PW BBodSchV Wohn- gebiete
Aldrin, Dieldrin und Endrin	2	2000	1	4000		
DDT, DDD und DDE	2	2000	2.5	4000	40'000 (DDT)	80'000 (DDT)
HCH	1	1	1	2000	5'000	10'000
Endosulfan		1				
Chlordan		1				
Pentachlorphenol					50'000	100'000
Hexachlorbenzol					4'000	8'000

Tabelle 1: Gesetzgebung (RW = Richtwert, PW = Prüfwert)

3. Methodisches Vorgehen

Insgesamt wurden 71 Standorte in die Untersuchung aufgenommen (Abb.1). Die Auswahl der Standorte erfolgte aufgrund folgender Kriterien:

- Berücksichtigung von Böden, welche im Zeitraum der OCP-Anwendungen mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits die gleiche Nutzung wie noch heute aufwiesen.
- Repräsentative Auswahl von Böden aus den Nutzungsräumen Wald, Landwirtschaft und Siedlung.

Untersucht wurden Böden von Streuobstbeständen (n = 5), Rebbergen (n = 5), Ackerbau (n = 27), Familiengärten (n = 21), Grünanlagen im Siedlungsraum (n = 5) und Wald (n = 8).

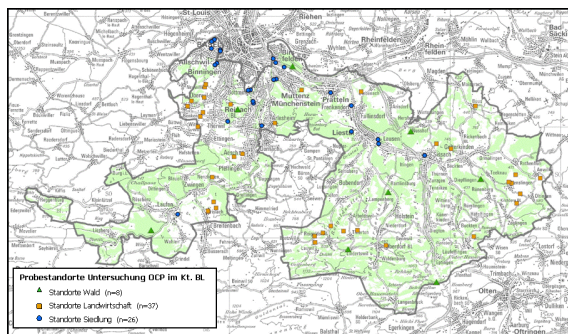


Abbildung 1: Standorte der untersuchten Böden im Kanton Basel-Landschaft

Die Probenahmen wurden gemäss der BUWAL-Wegleitung (2003) durchgeführt. Auf 100 m² wurden mittels Stechbohrer 16 Einstiche mit einer Probenahmetiefe von 0- 20 cm gemacht, der Boden entnommen und zu einer Mischprobe vereint.

Die Bodenproben wurden im Labor für Umweltanalytik des Amtes für Umweltschutz und Energie BL gemäss "Verordnung über Belastungen des Bodens" (VBBo) homogenisiert und auf < 2 mm abgeseibt. Die aufbereiteten Proben wurden bis zur Extraktion und Messungen bei -20°C aufbewahrt.

Die Extraktion mit Petroleumbenzin/Aceton erfolgte nach ISO 11264. Gemessen wurde mit GC-ECD/ GC-MS nach ISO 10382. Bestimmt wurden insgesamt 18 OCP inklusive deren Metaboliten.

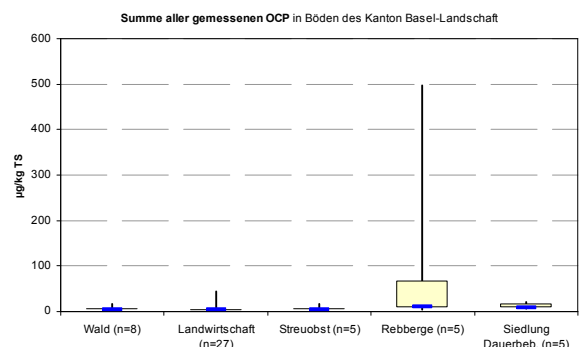
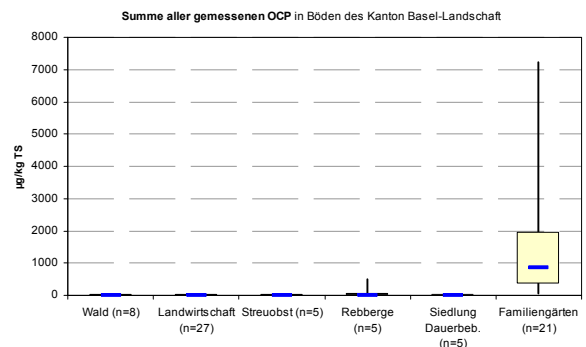
4. Ergebnisse der Analysen

Zur besseren Lesbarkeit der Ergebnisse werden bei einigen Wirkstoffen die Ausgangssubstanz und deren Metaboliten als so genannte Summen dargestellt. In den Boxplot-Darstellungen sind der Minimum- und der Maximalwert, der Median sowie der 25-75%-Bereich angegeben (siehe Abb.2a und 2b).

Wirkstoffe/ Summe Wirkstoffe + Metaboliten	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum
alle Werte in µg/kg TS	n=71	n=71	n=71	n=71
Hexachlorbenzol	1.39	0.67	<0.2	12
Summe HCH	0.43	0.3	<0.6	3.4
Summe Dieldrin/Aldrin/ Endrin	6.66	0.3	<0.6	130
Summe Heptachlor	1.5	0.3	<0.6	72
Summe cis /trans Chlordan + alpha /beta Endosulfan	6.04	0.3	<0.6	350
Summe DDT/DDD/DDE	443	3.9	<0.6	7135
Technazen	0.11	0.1	<0.2	0.44
Quintozen	0.41	0.1	<0.2	11
Methoxychlor	0.19	0.1	<0.2	3.3

Tabelle 2: Mittelwert, Median, Minimum- und Maximumwerte aller Proben (n = 71)

Berücksichtigt man alle Nutzungstypen und alle Böden, so weisen die beiden Isomeren p'p'-DDT und p'p'-DDE des Dichlordiphenyltrichlorethan die grösste Verbreitung und die höchsten Gehalte auf. Daneben fanden sich vor allem Dieldrin/ Aldrin/Endrin, Hexachlorcyclohexane und Hexachlorbenzol (Tab.2).



Abbildungen 2a, 2b: Gesamtsummen OCP inkl. Metaboliten; obere Darstellung alle Standorte (n = 71), untere Darstellung ohne Familiengärten (n = 50)

- In den acht untersuchten Waldböden fanden sich nebst Hexachlorbenzol (HCB) und der Σ Hexachlorcyclohexan (HCH) vor allem Σ DDD (14.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ als höchster Gehalt). DDD wurde früher unter anderem zur Bekämpfung von Mäkäfern an Waldrändern eingesetzt. Daneben wird davon ausgegangen, das OCP auch durch Luftdeposition eingetragen wurden.

- In den 27 Landwirtschaftsböden (mit vorwiegend intensiver Gemüse- und Ackerbaunutzung) fanden sich nebst HCB, Aldrin, Dieldrin und Endrin (in der Summe max. 7.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$) ebenfalls vor allem Σ DDD (40.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ als höchster Gehalt).

- In den fünf Böden mit Streuobstbeständen fanden sich nebst HCH ebenfalls bei der Σ DDD mit max. 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ die höchsten Gehalte.

- Die fünf untersuchten Siedlungsböden (Dauergrünflächen im Siedlungsraum) zeigten mit max. 15.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Σ DDD vergleichbare Gehalte wie die Böden der Streuobstbestände.

- In den fünf untersuchten Rebbergböden zeigte sich das gleiche Bild wie bei Böden im Siedlungsbereich und in Streuobstbeständen. Mit max. 493.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Σ DDD (Medianwert 8.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$) liegen die Gehalte aber gegenüber den genannten Nutzungstypen markant höher.

- Die 21 untersuchten Böden aus den Familiengärten weisen gegenüber den vorgenannten untersuchten Böden die höchsten Gehalte an OCP auf. Neben Spuren von Lindan (HCN) und Quintozen fanden sich auch HCB (max. 72 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Dieldrin/Aldrin/Endrin (max. 130 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Median 2.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$), Chlordane und Endosulfane (max. 350 $\mu\text{g}/\text{kg}$) und Σ DDD mit einem Maximalwert von 7'135 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Der Medianwert der Σ DDD lag bei 724 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

5. Beurteilung

Die schweizerische Gesetzgebung kennt bezüglich OCP einzig bei Bodenverschiebungen Richt- und Prüfwerte (Wegleitung Bodenaushub, BUWAL 2001). Der Richtwert für Σ DDD liegt bei 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$, der Prüfwert bei 2'000 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Von den untersuchten Böden weisen 7 von 27 Landwirtschaftsböden, 4 von 5 Siedlungsböden, 6 von 8 Waldböden, 3 von 5 Streuobstböden und alle 5 Rebberg- und 21 Familiengartenböden Gehalte über dem Richtwert "Bodenaushub" auf. Diese Böden sind im Hinblick auf den Umgang mit ausgehobenem Ober- und Unterboden als "schwach belastet" einzustufen. Bei 5 Familiengartenböden liegen die Gehalte über den Prüfwerten "Bodenaushub" und sind in diesem Kontext als "stark belastete Böden" einzustufen.

Stark erhöhte OCP-Gehalte wurden somit vor allem in Böden von Familiengärten nachgewiesen. Erfahrungsgemäss muss in Hausgärten

aufgrund vergleichbarer Nutzungsgeschichte mit ähnlichen Gehalten gerechnet werden. Werden das zum Teil schon jahrzehntlang bestehende Anwendungsverbot und die Halbwertszeiten von OCP berücksichtigt, erstaunen diese auch heute noch vorhandenen hohen Gehalte. Es ist davon auszugehen, dass ursprünglich bedeutend höhere Gehalte in den Böden vorlagen und damit die Gefährdung von Pflanzen, Tieren und Menschen grösser war.

6. Gefährdungsabschätzung

Eine detaillierte Gefährdungsabschätzung für die vorgefundenen Belastungen mit OCP liegt nicht vor. Auch im Handbuch "Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden" (BUWAL 2005) finden sich keine Angaben zur Stoffgruppe der OCP.

Es sei aber darauf hingewiesen, dass fünf Gartenböden in der Summe DDD mehr als 2'000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ aufweisen und somit über dem Prüfwert der "Wegleitung Bodenaushub" (BUWAL 2001) liegen. Vergleichend zeigt sich, dass die tolerierbare tägliche Aufnahme gemäss WHO für OCP in ähnlicher Grössenordnung wie bei PAK und PCB liegt. Die gefundenen Gehalte an OCP in den Böden (vor allem Familiengärten) liegen in ähnlicher Grössenordnung wie diejenigen von PAK und PCB.

Es ist bekannt, dass Kürbisgewächse stark zur Aufnahme und Anreicherung von OCP in oberirdischen Pflanzenteilen neigen (Hilber 2009). Ob und in welchem Ausmass Kürbisgewächse aber tatsächlich OCP aufnehmen, hängt stark von den bodenphysikalischen wie auch den klimatischen Bedingungen ab (Wyss 2006).

Substanz	ADI (in $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{Tag}$)
Aldrin und Dieldrin	0.03
Endrin	0.2 (JMPR)
Dieldrin	0.05
DDT	0.25
Chlordan	0.5
Heptachlor	0.1
Hexachlorbenzol	0.8
Pentachlorbenzol	9
Endosulfan	6
HCN	1
Lindan	8
Endosulfan	6
Blei	3.5
Cadmium	1
PAK's	2
PCB's	0.07
PCDD (Dioxin, TEQ 1)	0.00001

Tabelle 3: Tolerierbare tägliche Aufnahme (ADI) per kg Körpergewicht nach WHO (2001)

Bei den Böden aus den Familiengärten liegt der Medianwert der Σ OCP bei rund 800 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Das heisst, dass von den 21 untersuchten Böden aus Familiengärten rund die Hälfte Gehalte grösser als 800 $\mu\text{g}/\text{kg}$ aufweisen. Die höchsten Anteile bei der Summenbildung der Gesamt-OCPs stammen von den p,p- DDT und p,p-DDE.

Abgestützt auf die Risikoeinschätzung, welche das FIBL (Hilber 2006) benützt (Risiko falls $> 70 \mu\text{g}/\text{kg}$ Σ Dieldrin/Aldrin und DDD in den Böden), weisen die meisten untersuchten Böden von Familiengärten ein grosses Risiko beim Anbau von Kürbisgewächsen auf

Obwohl OCP-Rückstände in Böden kein akutes Gesundheitsrisiko darstellen, ist im Sinne der Vorsorge eine geringe aber chronische Exposition durch Einnahme von belastetem Gemüse zu vermeiden (Hilber 2009). Eine endgültige Aussage liesse sich aber nur mit Gemüseuntersuchungen aus den verschiedenen Gärten machen.

7. Massnahmen

Die vorliegende Untersuchung zeigt auf, dass Handlungsbedarf vor allem bei den Böden von Familiengärten (und wohl auch Hausgärten) bezüglich Nutzungsempfehlungen besteht. In den untersuchten Rebbergböden, welche gegenüber den anderen untersuchten Nutzungstypen ebenfalls erhöhte OCP-Gehalte aufweisen, sind erst bei Nutzungsänderung Massnahmen angezeigt. Dies vor allem auch wegen hoher Gehalte am Schwermetall Kupfer in den Böden.

- In vielen Familiengärten ist biologisches oder naturnahes Gärtnern bereits heute vorgeschrieben und wird auch praktiziert. Dies soll weiterhin beibehalten und konsequent gefördert werden. Die Gärtnerinnen und Gärtner sind verantwortlich für einen guten Umgang mit dem Boden. Dies gilt auch für Hausgärten.

- Alte Pflanzenschutzmittel sollen umweltgerecht entsorgt werden (via Verkaufs- und Sammelstellen).

- Kürbisgewächse neigen zur Aufnahme von OCP. Hier ist zu prüfen, ob nicht vorsorglich auf den Anbau von Kürbisgewächsen verzichtet werden sollte. Dies gilt insbesondere für Gärten mit langer Nutzungsdauer oder bei Bekanntsein erhöhter Belastungswerte.

- Beim Bauen ist auf den umweltgerechten Umgang mit belastetem Bodenaushub zu achten (siehe Wegleitung "Bodenaushub", BUWAL 2001).

8. Literatur

BUWAL (2001): Wegleitung Bodenaushub, Verwertung von ausgehobenem Boden, 20 S., Bern

BUWAL (2003): Handbuch Bodenprobenahme VBBö. Bern

BUWAL (2005): Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden. Bern

Hilber, I., Wyss, G., Mäder, P. (2006): Organochlorverbindungen in Schweizer Böden und Strategien zur nachhaltigen Lebensmittelproduktion in der biologischen Landwirtschaft. In: Pflanzenschutzmittel in Lebensmitteln und in der Umwelt. Jahresversammlung 2006, Solothurn

Lopez, L. (2007): Pestizide in Landwirtschaftsböden. Interner Praktikumsbericht, Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal.

Stockholm Convention (2009): Measure to reduce or eliminate POPs, <http://chm.pops.int/>
<http://www.umweltbundesamt.de/umweltproben/ub19.htm>

UBA-FB (2002): Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erhebungsuntersuchungen zum Transfer organischer Schadstoffe vom Boden in Nahrungs- und Futterpflanzen und Ableitung von Prüfwerten nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz. FUBA-FB, Fh-IME. 20 S., Berlin

Umweltbundesamt (1998): Persistente organische Schadstoffe in Hintergrund-Waldgebieten Österreich, Peter Weiss, Monographien Band 97, M-097, Wien

Umweltbundesamt (2008) Organische Schadstoffe in Grünlandböden, REP-0158, Wien

Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö, 1998), Stand 1. Juli 2008, SR 814 12, Bern

von Olnhausen, V. (2009): Schadstoffbelastungen in den Böden von Familiengärten in den Kantonen Basel-Landschaft und Basel-Stadt. Praktikumsbericht Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal

WHO (2001): Developing Human Health-related Chemical Guidelines for Reclaimed Waster and Sewage Sludge Applications in Agriculture, Chang A. u.a.

Wyss, G. (2006): Pestizid-Altlasten: Gemeinsam für die Glaubwürdigkeit, bioaktuell 7/06, S. 12-13

► Der Untersuchungsbericht ist als pdf abrufbar unter <http://www.baselland.ch/berichte-hm.289627.0.html>