



KANTON  
OBWALDEN

---

# Schadstoffbelastung der Böden im Kanton Obwalden

Resultate der Untersuchungskampagnen von 1992 und 2002

Amt für Landwirtschaft und Umwelt Obwalden  
September 2005

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Kantonale Bodenbeobachtung .....</b>	<b>4</b>
1.1. Ziele und Aufgaben .....	4
1.2. Rechtliche Grundlagen .....	4
1.3. Vorgehen.....	4
1.4. Untersuchungsstandorte .....	5
<b>2. Probenahme und Analytik .....</b>	<b>6</b>
2.1. Probenahme.....	6
2.2. Analytik.....	6
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>7</b>
3.1. Richtwertüberschreitungen .....	7
3.2. Veränderung der Schadstoffbelastung von 1992 bis 2002.....	9
3.3. Blei (Pb) .....	10
3.4. Cadmium (Cd).....	11
3.5. Kupfer (Cu).....	12
3.6. Nickel (Ni).....	13
3.7. Zink (Zn).....	14
3.8. Fluor (F) .....	15
3.9. Organische Schadstoffe (PAK und Benzo(a)pyren) .....	16
<b>4. Schlussfolgerungen .....</b>	<b>16</b>

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen der kantonalen Bodenbeobachtung wurden 1992 erstmals sieben Standorte auf Schadstoffe im Boden untersucht. Zehn Jahre später, im Jahre 2002, erfolgte die zweite Beprobung derselben Standorte. Ziel war es, einen Überblick über die Bodenbelastung zu erhalten und Aussagen über die Entwicklung der Schadstoffbelastung in diesem Zeitraum zu machen.

Die ermittelten Schadstoffgehalte lagen meist im Normalbereich und unterhalb der Richtwerte der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo). Richtwertüberschreitungen wurden nur beim Cadmium, Fluor und den PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) festgestellt. Betroffen waren sowohl Standorte im Wald als auch auf Naturwiesen.

Zwischen 1992 und 2002 wurden grösstenteils nur kleine Veränderungen der Schadstoffgehalte festgestellt. Ein Vergleich der Resultate lässt keinen Trend der Belastungssituation erkennen.

# **1. Kantonale Bodenbeobachtung**

## **1.1. Ziele und Aufgaben**

Der Bodenschutz hat zum Ziel, die Fruchtbarkeit der Böden langfristig zu erhalten und die für ihren Standort typische Biodiversität und Bodenstruktur zu bewahren. Die Gesundheit von Menschen und Tieren darf durch Schadstoffe im Boden nicht gefährdet werden.

Aufgabe der kantonalen Bodenbeobachtung ist es, die Entwicklung der Schadstoffbelastung in den Böden zu überwachen und zu beurteilen. Durch die periodische Wiederholung der Untersuchungen dient die Bodenbeobachtung auch als Frühwarnsystem. Anthropogene Belastungen sollen rechtzeitig erkannt und falls nötig Massnahmen zum Schutz der Böden getroffen werden.

## **1.2 Rechtliche Grundlagen**

Im Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983 (USG) sind die Bestimmungen über Belastungen des Bodens in den Artikeln 33 – 35 zu finden. Diese Bestimmungen werden konkretisiert in der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998.

Demgemäss haben Bund und Kantone den Auftrag, die Belastung der Böden mit Schadstoffen zu überwachen und zu beurteilen. Die Beobachtung der Grundbelastung obliegt dem Bund und wird in Form des seit 1985 betriebenen nationalen Bodenbeobachtungsnetzes (NABO) wahrgenommen. Aufgabe der Kantone ist es, dort für eine eingehende Beobachtung zu sorgen, wo eine Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit durch anthropogene Belastungen feststeht oder erwartet werden muss (Art. 4 VBBo).

Die Beurteilung der Bodenbelastung erfolgt anhand von Richt-, Prüf- und Sanierungswerten (Art. 5 Abs. 1 VBBo). Werden in einem Gebiet die Richtwerte überschritten oder steigt die Bodenbelastung deutlich an, so haben die Kantone die Ursachen zu ermitteln und wenn möglich eine weitere Zunahme der Belastung zu verhindern (Art. 8 VBBo). Bei einer Prüfwertüberschreitung müssen die Kantone prüfen, ob eine konkrete Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen besteht und falls nötig die Nutzung des Bodens einschränken (Art. 9 VBBo). Sind in einem Gebiet die Sanierungswerte überschritten, so verbieten die Kantone die davon betroffenen Nutzungen (Art. 10 VBBo).

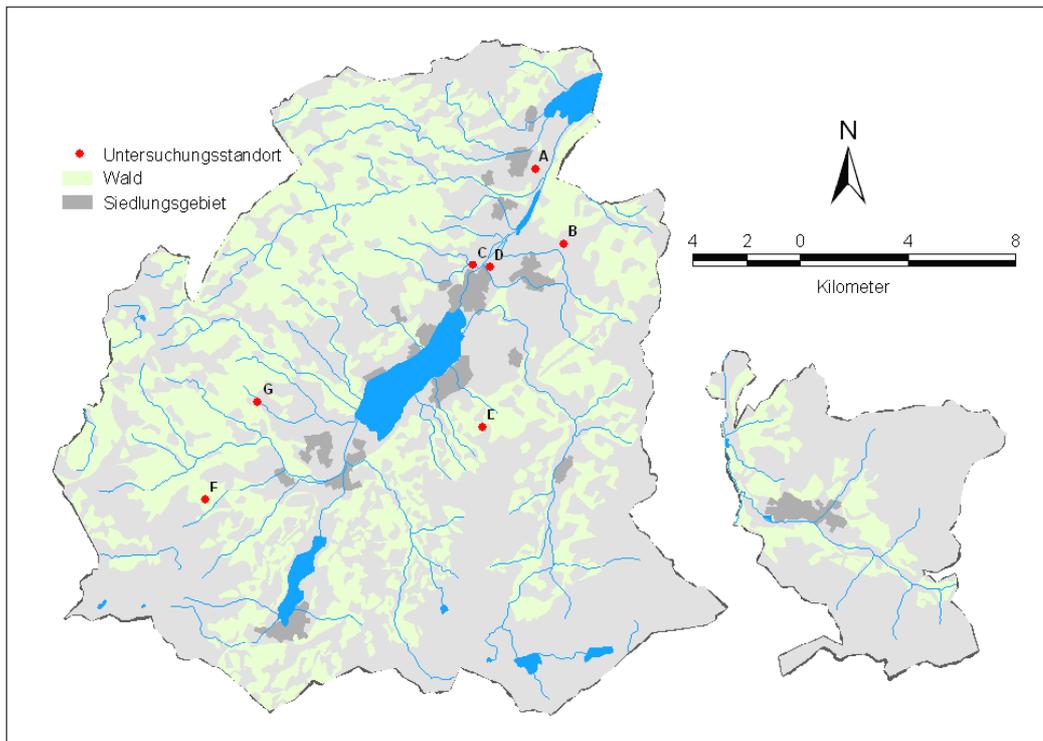
## **1.3 Vorgehen**

Die Auswahl der Untersuchungsstandorte für die kantonale Bodenbeobachtung erfolgte 1990 in Zusammenarbeit mit dem damaligen Landwirtschaftsamt. Dabei wurden die potentiellen Schadstoffquellen Industrie, Verkehr und Landwirtschaft (Tierhaltung, Klärschlamm) berücksichtigt. Schliesslich umfasste die erste Untersuchungskampagne 1992 sieben Standorte, fünf auf landwirtschaftlich genutzten Wiesen und zwei im Wald. Analysiert wurden einige ausgewählten Schwermetalle und das Fluor.

Zehn Jahre nach der Erstbeprobung erfolgte im Herbst 2002 die Untersuchung derselben Standorte nach den gleichen Methoden. Die Untersuchungen umfassten wiederum die Schwermetalle und das Fluor. Mit der Analyse der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) wurde zusätzlich eine organische Schadstoffklasse erfasst. Der Vergleich der neuen Ergebnisse mit den Resultaten der Erstbeprobung erlaubte die Überprüfung von Veränderungen der Schadstoffbelastung.

### 1.4 Untersuchungsstandorte

Standort	Gemeinde	Flurname	Höhe ü. M.	Nutzung
A	Alpnach	Mühlematte	445	Naturwiese
B	Kerns	Sand, Säge	570	Naturwiese
C	Sarnen	Hostett	475	Naturwiese
D	Sarnen	Feldwylen	470	Naturwiese
E	Sachsln	Steckenmatt	1235	Wald
F	Giswil	Sandboden	1340	Wald
G	Giswil	Bachflysch	1030	Naturwiese



## 2. Probenahme und Analytik

### 2.1 Probenahme

Innerhalb der 10x10 m grossen Untersuchungsflächen wurden Mischproben aus 20 bis 25 gleichmässig verteilten Einstichen genommen. Bei der ersten Untersuchungskampagne wurde neben dem Oberboden (0 – 20 cm) bei einigen Standorten auch der Unterboden (60 – 80 cm) beprobt. Bei der zweiten Kampagne beschränkte sich die Probenahme auf den Oberboden (0 – 20 cm).

### 2.2 Analytik

Die Analysen führte das Laboratorium der Urkantone in Brunnen nach den Methoden der VBBo durch. Sie umfassten die folgenden Schadstoffe:

<u>Erste Kampagne 1992</u>		<u>Zweite Kampagne 2002</u>	
Blei (Pb)	Totalgehalt und löslicher Gehalt	Blei (Pb)	Totalgehalt
Cadmium (Cd)	Totalgehalt und löslicher Gehalt	Cadmium (Cd)	Totalgehalt
		Chrom (Cr)	Totalgehalt
Kupfer (Cu)	Totalgehalt und löslicher Gehalt	Kupfer (Cu)	Totalgehalt
Nickel (Ni)	Totalgehalt und löslicher Gehalt	Nickel (Ni)	Totalgehalt
Zink (Zn)	Totalgehalt und löslicher Gehalt	Zink (Zn)	Totalgehalt
		Molybdän (Mo)	Totalgehalt
Fluor (F)		Fluor (F)	
		Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	
		Benzo(a)pyren	

Bei der ersten Untersuchungskampagne wurden die Totalgehalte und die löslichen Gehalte der Schwermetalle analysiert. Die Totalgehalte sind ein Mass für das Schadstoffpotential, das unter gewissen Bedingungen (saure Bodenverhältnisse) freigesetzt werden kann. Mit den löslichen Gehalten wird der Schwermetallgehalt im Bodenwasser bestimmt. Dieser Wert ist deshalb wichtig, weil hauptsächlich die gelösten Schwermetalle von den Pflanzen aufgenommen werden und weil die Gefahr besteht, dass sie in tiefere Schichten verlagert werden und schlussendlich ins Grundwasser gelangen. Die gemessenen löslichen Gehalte lagen durchwegs deutlich unter den Richtwerten der VBBo, weshalb bei der zweiten Untersuchungskampagne auf eine Wiederholung dieser Analysen verzichtet wurde.

Neben den Schadstoffen wurde als Mass für die Acidität des Bodens der pH-Wert bestimmt. Dieser Wert gibt Auskunft darüber, wie fest die Schadstoffe im Boden gebunden werden. Je saurer ein Boden ist, desto grösser wird die Pflanzenverfügbarkeit der toxischen Schwermetalle. Der pH-Wert wurde jeweils in Calciumchlorid-Lösung (CaCl<sub>2</sub>) gemessen.

### 3. Ergebnisse

Schadstoffe werden durch Verkehr, Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft in Umlauf gebracht und gelangen durch den Regen in die Böden. Gegenüber der Luft, den Gewässern oder den Pflanzen ist die Verweilzeit von nicht abbaubaren Schadstoffen im Boden wesentlich länger. Dies führt langfristig zu einer Akkumulation, welche die Bodenfruchtbarkeit gefährdet.

Die grössten zivilisationsbedingten Schadstoffbelastungen werden durch Einträge von Blei, Kupfer, Cadmium, Zink und organische Schadstoffe verursacht. Die Schadstoffe binden sich vorwiegend an die Ton-Humus-Komplexe des Oberbodens. Deshalb können besonders auch in humusreichen Böden erhöhte Schadstoffgehalte auftreten.

Die Beurteilung der Bodenbelastung erfolgt anhand von Richt-, Prüf- und Sanierungswerten. Dabei bezeichnen die Richtwerte denjenigen Gehalt eines Schadstoffs im Boden, bei dessen Überschreitung die Fruchtbarkeit des Bodens langfristig nicht mehr gewährleistet ist.

#### 3.1 Richtwertüberschreitungen

(vgl. Tab. 3.1 und 3.2)

Die Erstbeprobung 1992 ergab an drei Standorten Richtwertüberschreitungen. In der Zweitbeprobung 2002 wurden die erhöhten Schadstoffgehalte bestätigt. Ein Standort wies neu eine Richtwertüberschreitung beim Fluor auf. Alle Richtwertüberschreitungen lagen deutlich unter dem Prüfwert.

Beim Standort Sarnen-Hostett handelt es sich um eine Naturwiese in etwa 100 Metern Entfernung von einer ehemaligen Kristallglasfabrik. Hier fand sich bei der Erstbeprobung eine Überschreitung des Cadmium-Richtwerts. 1995 wurde die Glasproduktion aufgegeben, bei der Zweitbeprobung lag die Cadmiumkonzentration knapp unter dem Richtwert.

Sarnen-Feldwyden liegt in der Nachbarschaft einer grösseren Unternehmung der Kunststoffindustrie. Die Erstbeprobung ergab eine Fluorkonzentration über dem Richtwert. Diese Richtwertüberschreitung wurde bei der Zweitbeprobung bestätigt. Zusätzlich lag der erstmals gemessene PAK-Gehalt (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) über dem Richtwert und auch die Konzentration an Benzo(a)pyren war erhöht.

Giswil-Sandboden ist ein Waldstandort auf 1340 m ü. M. Einzige Emissionsquelle in dessen Nähe ist die Panoramastrasse Giswil – Sörenberg, welche allerdings nicht sehr stark befahren ist. Die Ursache für die sowohl bei der Erst- wie auch bei der Zweitbeprobung gemessene Richtwertüberschreitung beim Cadmium ist nicht bekannt. Auffallend ist, dass auch der Bleigehalt erhöht ist. Bei der Zweitbeprobung lag zudem die Fluorkonzentration über dem Richtwert.

Mit Sachseln-Steckenmatt wies auch der zweite Waldstandort bei der Zweitbeprobung eine Fluorkonzentration über dem Richtwert auf. Der Standort liegt auf 1235 m ü. M., also in ähnlicher Höhenlage wie Giswil-Sandboden. Die Ursache für die erhöhten Fluorgehalte an den beiden Waldstandorten ist nicht bekannt.

**Tab. 3.1: Resultate der Erstbeprobung 1992**

Standort	Datum	Tiefe [cm]	pH	Blei (Pb)		Cadmium (Cd)		Kupfer (Cu)		Nickel (Ni)		Zink (Zn)		Fluor (F) [mg/kg TS]
				total [mg/kg TS]	löslich nn									
A: Alpnach, Mühlematte	24.04.92	0-20	7.4	26	nn	0.3	nn	36	0.09	31	0.024	95	nn	399
B: Kerns, Sand, Säge	24.04.92	0-20	7.4	22	nn	0.3	nn	14	0.05	7	0.029	41	0.055	113
C: Sarnen, Hostett	24.04.92	0-20	6.4	25	nn	0.9	0.004	18	nn	14	0.06	99	0.16	312
	10.12.92	0-20	6.7	49	nn	1.0	nn			18	0.025	108	nn	406
	18.05.93	0-20	6.3	35.4	0.01	1.0	nn							375
D: Sarnen, Feldwylen	24.04.92	0-20	6.4	25	nn	0.4	0.002	18	nn	28	0.03	99	nn	699
	10.12.92	0-20	6.6	35	nn	0.4	nn			26	0.028	108	nn	1076
	18.05.93	0-20	6.2											1252
E: Sachseln, Steckenmatt	24.06.92	10-20	6.7	18	nn	0.3	nn	3	0.049	16	0.006	52	0.01	184
		0-10	6.4	22	0.008	0.4	nn	7	0.028	32	0.01	60	0.028	131
F: Giswil, Sandboden	24.06.92	10-20	6.0	38	0.02	0.4	nn	8	0.03	25	0.01	90	0.05	227
		0-10	5.2	41	0.02	1.0	nn	9	0.02	11	0.01	105	0.25	334
G: Giswil, Bachflys	24.06.92	0-20	6.4	27	0.008	0.4	nn	29	0.08	20	0.007	95	0.018	254
<b>Richtwert nach VBBo</b>				<b>50</b>		<b>0.8</b>	<b>0.02</b>	<b>40</b>	<b>0.7</b>	<b>50</b>	<b>0.2</b>	<b>150</b>	<b>0.5</b>	<b>700</b>
<b>Prüfwert nach VBBo</b>				<b>200</b>		<b>2</b>	<b>0.02</b>	<b>150</b>	<b>0.7</b>					

**Tab. 3.2: Resultate der Zweitbeprobung 2002**

Standort	Datum	Tiefe [cm]	pH	Blei (Pb)	Cadmium (Cd)	Chrom (Cr)	Kupfer (Cu)	Nickel (Ni)	Zink (Zn)	Molybdän (Mo)	Fluor (F)	PAK	Benzo- (a)- pyren
				total [mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]							
A: Alpnach, Mühlematte	24.10.02	0-20	7.3	26.1	0.40	21.0	33.2	28.2	94.9	0.50	609	0.6	<0.05
B: Kerns, Sand, Säge	24.10.02	0-20	7.4	20.5	0.50	3.8	8.8	8.4	46.3	1.1	289	0.8	<0.05
C: Sarnen, Hostett	24.10.02	0-20	5.2	38.0	0.73	18.0	23.2	19.2	77.8	<0.50	421	<0.5	<0.05
D: Sarnen, Feldwylen	24.10.02	0-20	6.9	40.1	0.24	31.3	18.0	25.1	97.5	<0.50	894	1.1	0.18
E: Sachseln, Steckenmatt	23.10.02	0-20	5.7	21.4	0.48	16.4	4.2	13.0	40.1	<0.50	718	<0.5	<0.05
F: Giswil, Sandboden	22.10.02	0-20	6.9	42.2	0.87	13.8	8.0	11.2	69.5	0.98	1024	<0.5	<0.05
G: Giswil, Bachflys	22.10.02	0-20	6.1	30.0	0.53	22.3	29.3	20.9	84.0	0.50	468	<0.5	<0.05
<b>Richtwert nach VBBo</b>				<b>50</b>	<b>0.8</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>5</b>	<b>700</b>	<b>1</b>	<b>0.2</b>
<b>Prüfwert nach VBBo</b>				<b>200</b>	<b>2</b>		<b>150</b>					<b>20</b>	<b>2</b>

Legende:

	< 50% Richtwert
	50-80% Richtwert
	80-100% Richtwert
	> Richtwert, < Prüfwert

### 3.2 Veränderung der Schadstoffbelastung von 1992 bis 2002

(vgl. Tab. 3.3)

Beim Vergleich der Ergebnisse der Untersuchungskampagnen von 1992 und 2002 ist zu bedenken, dass die Veränderungen verschiedene Ursachen haben können. Fehler bei der Probenahme, der Probenaufbereitung und Analytik, Änderungen bei Laborgeräten und Methoden, Wechsel des Personals oder heterogene Beprobungsstandorte können Gründe für Veränderungen sein. Ferner können bei zeitlichen Konzentrationsveränderungen auch natürliche Prozesse der Bodenentwicklung eine Rolle spielen.

In Tab. 4.3 sind die Streuungsbereiche von Probengewinnung und Analytik nicht dargestellt. Zu- und Abnahmen von mehr als 20% sind farblich hervorgehoben, wobei die Grenze von 20% willkürlich gewählt wurde und statistisch nicht abgesichert ist.

**Tab. 3.3: Veränderung der Totalgehalte von 1992 bis 2002**

Standort	Tiefe [cm]	Blei (Pb) [mg/kg TS]		Cadmium (Cd) [mg/kg TS]		Kupfer (Cu) [mg/kg TS]		Nickel (Ni) [mg/kg TS]		Zink (Zn) [mg/kg TS]		Fluor (F) [mg/kg TS]	
		1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002	1992	2002
A: Alpnach, Mühle- matte	0-20	26	26	0.3	0.4	36	33	31	28	95	95	399	609
B: Kerns, Sand, Säge	0-20	22	21	0.3	0.5	14	9	7	8	41	46	113	289
C: Sarnen, Hostett	0-20	25	38	0.9	0.7	18	23	14	19	99	78	312	421
	0-20	49		1.0				18		108		406	
	0-20	35		1.0								375	
D: Sarnen, Feldwylen	0-20	25	40	0.4	0.2	18	18	28	25	99	98	699	894
	0-20	35		0.4				26		108		1076	
	0-20											1252	
E: Sachseln, Steckenmatt	0-20	20	21	0.4	0.5	5	4	24	13	56	40	158	718
F: Giswil, Sandbo- den	0-20	40	42	0.7	0.9	9	8	18	11	98	70	281	1024
G: Giswil, Bachflysch	0-20	27	30	0.4	0.5	29	29	20	21	95	84	254	468

Legende:

- Abnahme > 20% von 1992 zu 2002
- Zunahme > 20% von 1992 zu 2002

Anmerkungen:

Beim Vorliegen von mehr als einer Probe im gleichen Jahr wurde für die Beurteilung der Veränderung der Mittelwert gebildet. Bei den Waldstandorten (Sachseln-Steckenmatt und Giswil-Sandboden) wurden 1992 die Horizonte 0-10 cm und 10-20 cm separat analysiert. Für die Beurteilung der Veränderung wurde der Mittelwert der beiden Horizonte gebildet.

### 3.3 Blei (Pb)

Ein wesentlicher vom Menschen verursachter Eintrag von Blei erfolgt durch die Luft (Verbrennung von bleihaltigem Benzin). Mit der sukzessiven Einführung von bleifreiem Benzin ab Mitte der 80er Jahre sind die Einträge deutlich zurückgegangen. Eine Abnahme der Bleikonzentrationen im Boden ist wegen dessen geringer Mobilität trotzdem nicht zu erwarten. Weitere Quellen sind bleihaltige Farben (Bleiweiss, Bleimennige) und Glasuren. Blei ist für Menschen und Tiere giftig.

Ein Vergleich der Werte von 1992 und 2002 lässt keine eindeutigen Veränderungen erkennen. Leicht erhöhte Werte – aber immer noch unter dem Richtwert – zeigen die beiden Standorte in Sarnen sowie der Standort Giswil-Sandboden. Mögliche Quellen in Sarnen sind die ehemalige Kristallglasfabrik (Sarnen-Hostett) und die Nationalstrasse (Sarnen-Feldwylen). Der Waldstandort Giswil-Sandboden weist neben dem Blei auch hohe Cadmiumgehalte auf, die Ursache dafür ist nicht bekannt. Die Werte der übrigen Standorte liegen im Bereich der in der Schweiz häufig vorkommenden Gehalte.

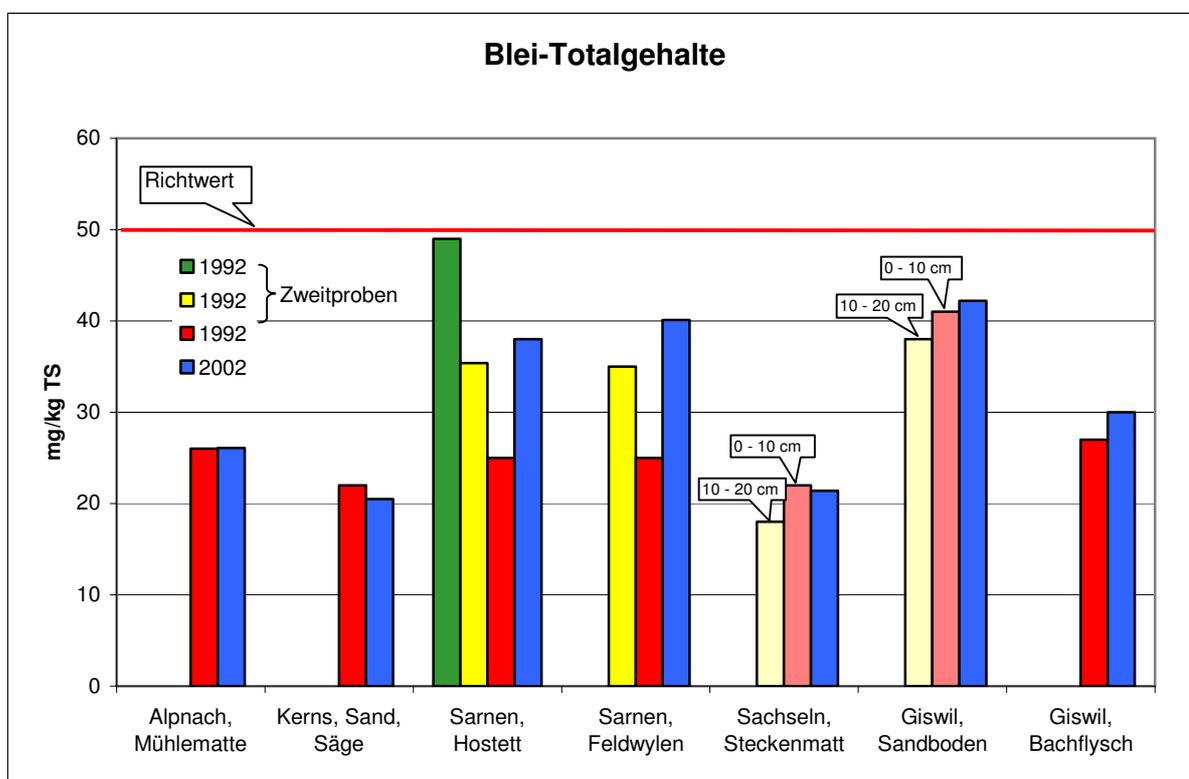


Abb. 3.1: Blei-Totalgehalte der Erstbeprobung (1992) und der Zweitbeprobung (2002)

### 3.4 Cadmium (Cd)

Als Cadmium-Quellen kommen Klärschlamm, Kompost, Mineraldünger und Emissionen aus dem Strassenverkehr in Frage. Cadmium ist im Boden bei tiefen pH-Werten sowie in Pflanzen recht mobil. Es ist für Organismen schon in kleinen Mengen giftig. Weil die Einträge von Cadmium aus der Luft seit den 70er Jahren deutlich zurückgegangen sind, ist tendenziell eine Abnahme der Cadmiumgehalte im Boden zu erwarten.

Beim Vergleich der Erstbeprobung 1992 mit der Zweitbeprobung 2002 kann entgegen der Erwartungen mehrheitlich eine leichte Zunahme der Werte festgestellt werden. Die Werte liegen allerdings in einem tiefen Konzentrationsbereich, so dass die Messunsicherheiten naturgemäss grösser sind. Immerhin zeigen die beiden Standorte mit Cadmium-Gehalten über dem Richtwert eine eher abnehmende Tendenz. Diese Standorte, Sarnen-Hostett und Giswil-Sandboden, weisen auch erhöhte Bleigehalte auf. Währendem bei Sarnen-Hostett die ehemalige Kristallglasfabrik als Verursacherin vermutet werden kann, ist die Ursache bei Giswil-Sandboden unbekannt.

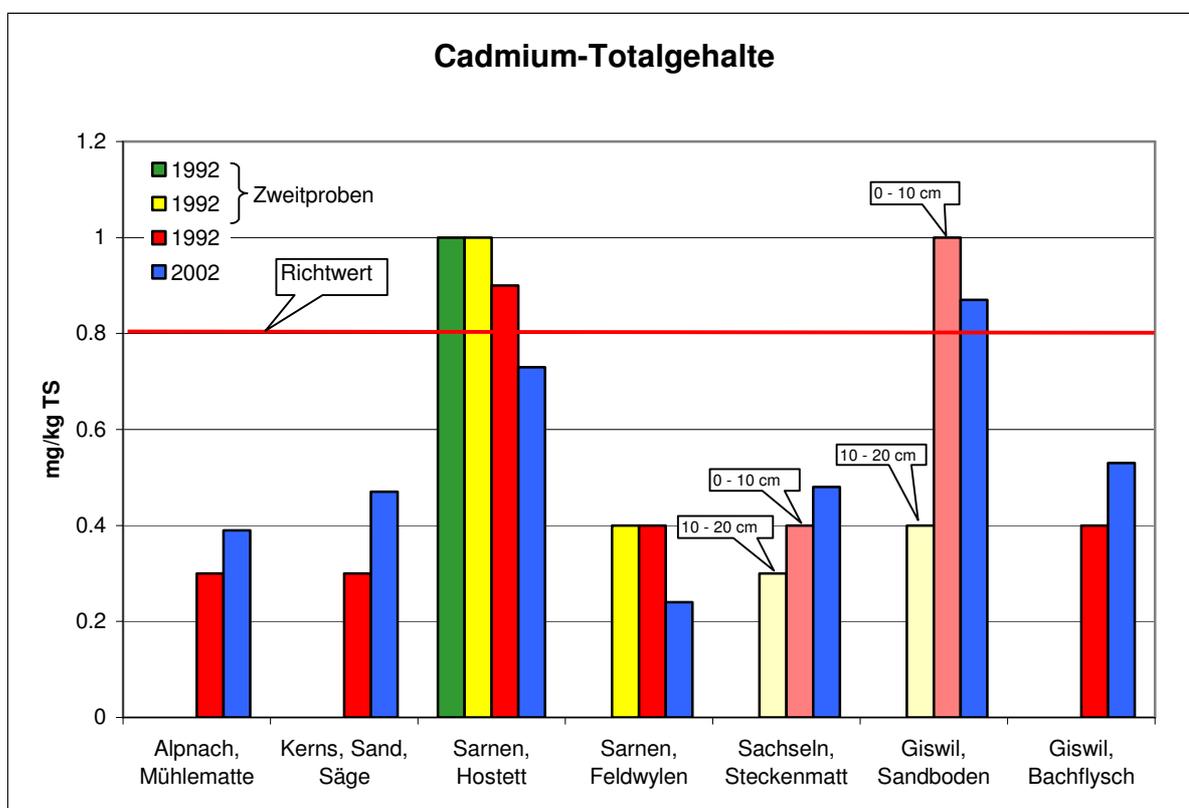


Abb. 3.2: Cadmium-Totalgehalte der Erstbeprobung (1992) und der Zweitbeprobung (2002)

### 3.5 Kupfer (Cu)

Als wichtigste Kupfer-Quellen dürften im Kanton Obwalden die Anwendung von kupferhaltigen Pflanzenbehandlungsmitteln und allenfalls Hofdünger (mit Kupfer und Zink angereicherte Futtermittelzusätze, vor allem in der Schweinemast) in Frage kommen. Kupfer ist ein für Mensch und Tier essentielles Element und toxikologisch wenig problematisch.

Ein Vergleich der Werte von 1992 und 2002 zeigt keine eindeutigen Veränderungen. Die gemessenen Werte liegen alle unter dem Richtwert. Einzig der Standort Alpnach Mühlematte fällt durch Gehalte auf, die etwas über dem in Schweizer Böden häufig gemessenen Konzentrationsbereich liegen.

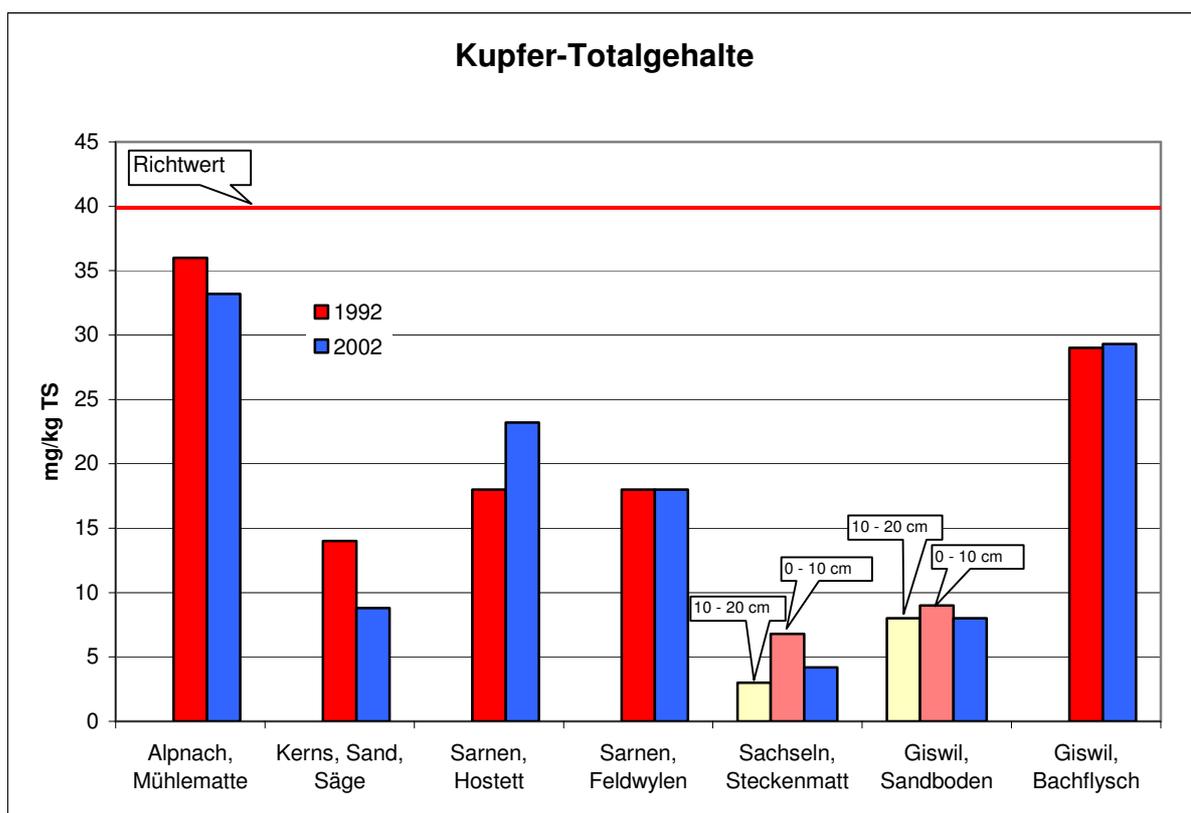


Abb. 3.3: Kupfer-Totalgehalte der Erstbeprobung (1992) und der Zweitbeprobung (2002)

### 3.6 Nickel (Ni)

Nickel im Boden ist häufig geogenen Ursprungs. Durch anthropogene Tätigkeiten gelangt nur wenig Nickel in die Umwelt. Nickel wird von Tieren in kleinsten Konzentrationen benötigt. Von einigen Pflanzen wird es gut aufgenommen und in Blätter und Samen transportiert.

Alle Untersuchungsstandorte weisen Nickelgehalte im Bereich der in der Schweiz häufig gemessenen Werte auf. Eindeutige Veränderungen von der Erstbeprobung 1992 zur Zweitbeprobung 2002 sind nicht auszumachen. Bei den Waldstandorten Sachseln-Steckenmatt und Giswil-Sandboden ist ein Vergleich wegen der separaten Beprobung der Horizonte 0-10 cm und 10-20 cm bei der Kampagne 1992 allerdings schwierig.

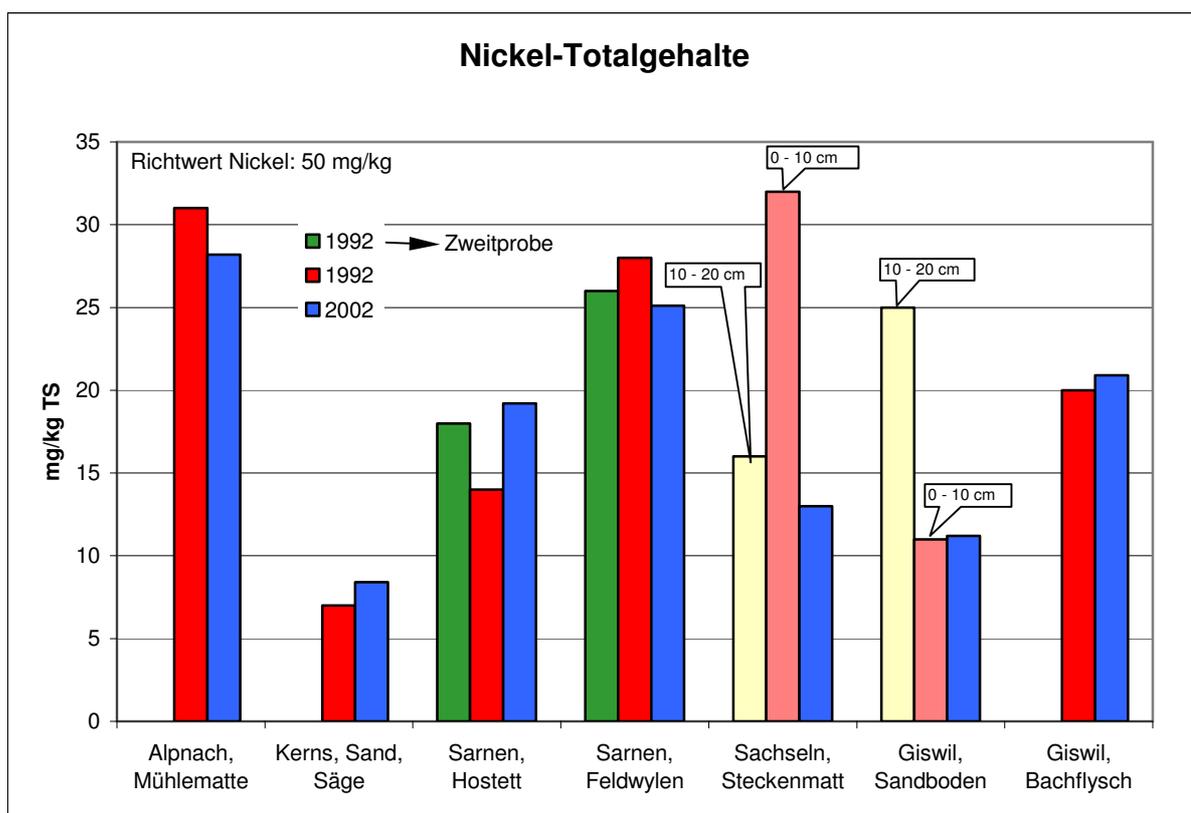


Abb. 3.4: Nickel-Totalgehalte der Erstbeprobung (1992) und der Zweitbeprobung (2002)

### 3.7 Zink (Zn)

Als Quellen für Zink kommen im Kanton Obwalden in erster Linie Hofdünger, Klärschlamm und Kompost in Frage. Zink ist ein essentielles Element für Pflanzen und Tiere. Deshalb wird es auch den Futtermitteln für Tiere beigefügt. Zink ist im Boden sehr mobil und wird von den meisten Pflanzen gut aufgenommen.

Die gemessenen Werte zeigen keine Auffälligkeiten. Zwischen der Erstbeprobung 1992 und der Zweitbeprobung 2002 sind keine eindeutigen Veränderungen zu erkennen.

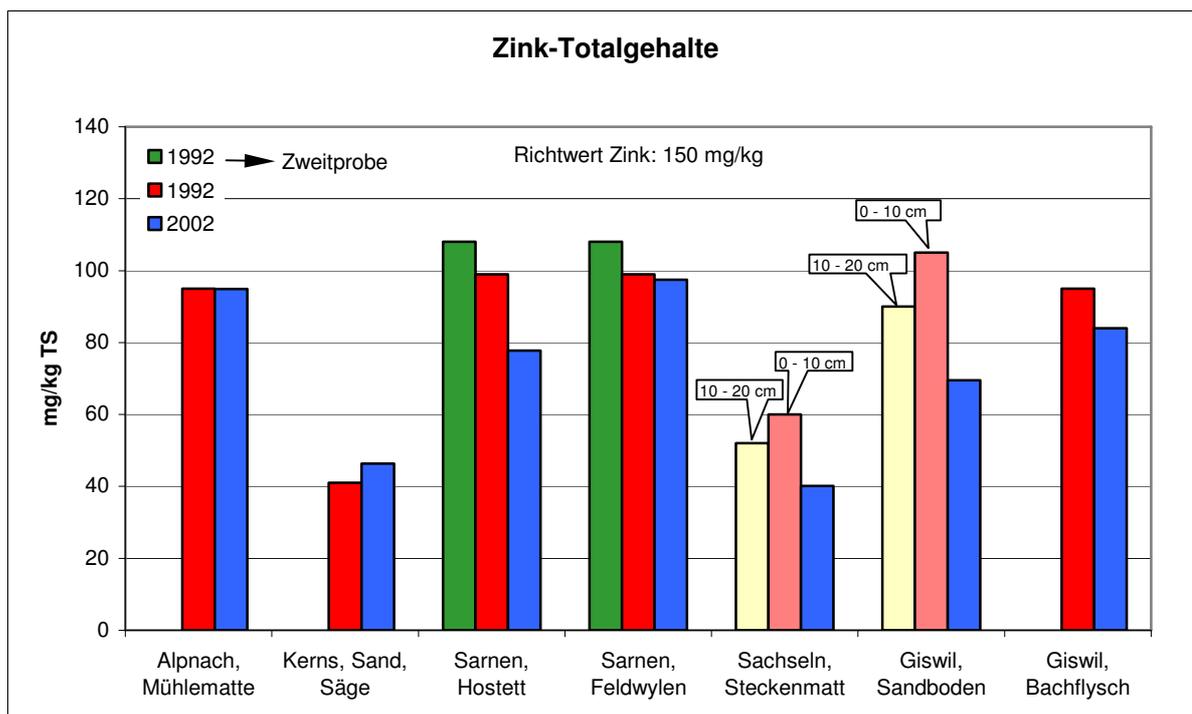


Abb. 3.5: Zink-Totalgehalte der Erstbeprobung (1992) und der Zweitbeprobung (2002)

### 3.8 Fluor (F)

Die bekannteste Fluor-Quelle sind Emissionen aus der Aluminium-Verhüttung. In Obwalden sind Einträge aus dieser Quelle aber nicht zu erwarten. Häufig ist Fluor im Boden natürlichen, d. h. geogenen bzw. petrogenen Ursprungs. Fluor ist für Mensch und Tier in kleinen Konzentrationen nützlich, wirkt aber im Überschuss toxisch auf alle Organismen.

Beim Vergleich der Erstbeprobung 1992 mit der Zweitbeprobung 2002 ist fast durchwegs eine zum Teil deutliche Zunahme der Werte festzustellen. Die Gründe dafür sind nicht bekannt. Richtwertüberschreitungen kommen an drei Standorten vor, nämlich Sarnen-Feldwylen, Sachseln-Steckenmatt und Giswil-Sandboden. Am Standort Sarnen-Feldwylen wurde 1992 auch eine Probe aus 60 bis 80 cm Tiefe analysiert. Der Wert war etwa gleich wie im Oberboden (10 bis 20 cm), was auf einen natürlichen Ursprung hindeutet. Die Ursache für die erhöhten Gehalte an den beiden Waldstandorten Sachseln-Steckenmatt und Giswil-Sandboden ist nicht bekannt.

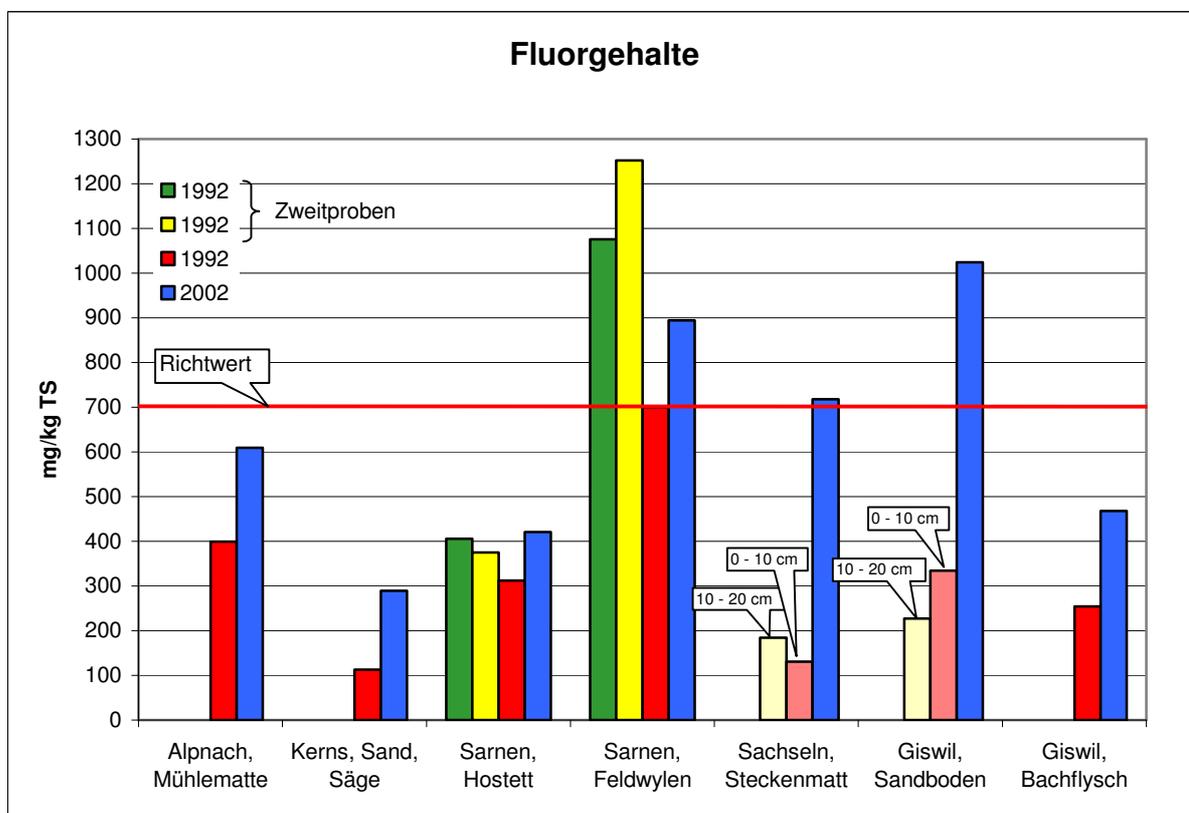


Abb. 3.6: Fluorgehalte der Erstbeprobung (1992) und der Zweitbeprobung (2002)

### 3.9 Organische Schadstoffe (PAK und Benzo(a)pyren)

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) werden bei der unvollständigen Verbrennung aus praktisch allen organischen Stoffen gebildet. Mögliche Quellen sind Waldbrände, Häuserbrände, Feuerungsanlagen, Verbrennungsmotoren (v. a. Dieselmotoren) etc. Bei der PAK-Analyse werden 16 Leitverbindungen erfasst. Benzo(a)pyren ist eine analytisch gut erfassbare PAK-Leitverbindung und wird deshalb häufig separat gemessen. PAK haben teilweise krebserzeugende und genverändernde Eigenschaften.

PAK wurden nur bei der Zweitbeobachtung 2002 analysiert. Erwartungsgemäss sind die PAK-Gehalte in der Nähe von Siedlungen und stark befahrenen Strassen am höchsten. Beim Standort Sarnen-Feldwylen dürfte auch der benachbarte Betrieb der Kunststoffindustrie einen Einfluss haben.

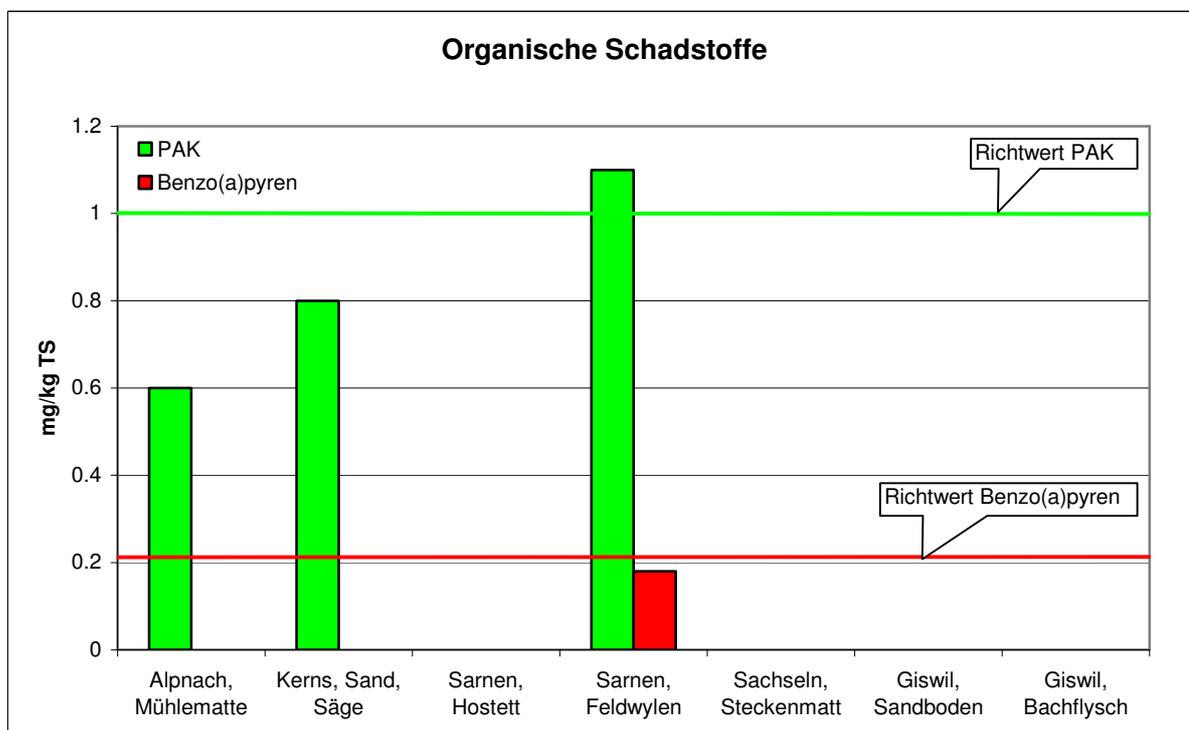


Abb. 3.7: Gehalt an organischen Schadstoffen bei der Zweitbeobachtung (2002)

## 4. Schlussfolgerungen

Ein Vergleich der Resultate der Erstbeobachtung 1992 mit jenen der Zweitbeobachtung 2002 zeigt, dass sich die Belastung grösstenteils kaum verändert hat. Positiv daran ist, dass in diesem Zeitraum offenbar keine wesentlichen neuen Schadstoff-Einträge stattgefunden haben. Negativ ist, dass vorhandene Belastungen nicht von selbst verschwinden.

Damit wird deutlich, dass die langfristige Beobachtung der Schadstoffbelastung der Böden als Frühwarnsystem weitergeführt werden muss. Nachteilige Einwirkungen sind kaum mehr rückgängig zu machen und müssen deshalb frühzeitig erkannt werden.

Gleichzeitig sind die anthropogenen Schadstoffeinträge weiter zu reduzieren. Der Hilfsstoff-einsatz in der Landwirtschaft ist weiterhin auf ein Minimum zu beschränken und die Vorschriften der Luftreinhaltung sind konsequent umzusetzen.