



Messungen des Schadstoffes PCB in den Bündner Flüssen im November 2017

Im September 2016 sind während Sanierungsarbeiten an der Staumauer Punt dal Gall (Livignostausee) der Engadiner Kraftwerke (EKW) grössere Mengen des organischen Schadstoffes PCB in den Spöl gelangt und flussabwärts verteilt worden. Um sich einen kantonsweiten Überblick der PCB-Belastung zu verschaffen, hat das Amt für Natur und Umwelt im November 2017 in den grossen Talflüssen im Kanton Graubünden PCB-Untersuchungen durchgeführt. Die bisherigen Ergebnisse zeigen einerseits, dass die im Oberen Spöl vorgefundenen PCB-Belastungen deutlich höher sind als in den anderen untersuchten Gewässern. Es wurden jedoch auch in anderen Gewässern im Kanton Anzeichen einer erhöhten PCB-Belastungen gefunden, welche jedoch noch näher untersucht werden müssen.

PCB ist die Abkürzung für Polychlorierte Biphenyle, eine Gruppe von insgesamt 209 einzelnen Stoffen, sogenannte Kongenere. Diese industriell hergestellten Stoffe überstehen die in der Natur vorkommenden chemischen und biologischen Vorgänge und werden in der Umwelt praktisch nicht abgebaut. Sie bleiben deshalb lange Zeit in den Gewässern, im Boden, in Pflanzen und Tieren erhalten. Die Stoffe werden gut ins Fett aufgenommen und lagern sich somit in Pflanzen oder im Fettgewebe von Tieren und Menschen ein (Bioakkumulation).

Gemäss Informationen des Bundesamtes für Gesundheit wurde eine krebsfördernde Wirkung bei Tieren nachgewiesen. Beim Menschen ist dies zumindest nicht ausgeschlossen.

Die Anwendung von PCB-haltigen Stoffen ist in der Schweiz seit 1986 verboten. Sie wurden früher u. a. als Weichmacher in Lacken, Dichtungsmassen, Isoliermitteln und Kunststoffen eingesetzt. In alten Elektroanlagen, Gebäuden, Farbanstrichen, Korrosionsschutzbeschichtungen, Deponien und in verschmutzten Böden (Altlasten) sind schätzungsweise noch bis zu hundert Tonnen PCB vorhanden. PCB kommen daher fast überall in der Umwelt vor. Man findet es in geringen Konzentrationen als Hintergrundbelastung in Bergseen wie auch in etwas grösseren Konzentrationen in Gewässern, die durch menschliche Tätigkeiten oder industrielle Anlagen belastet sind.

Messkampagne im November 2017 an 27 Standorten in Flüssen Graubündens.

Der Kanton Graubünden hat deshalb nach dem Unfall bei den Sanierungsarbeiten am Stausee Livigno, wo PCB-haltiges Material in den Spöl gelangte, eine Messkampagne über den ganzen Kanton durchgeführt. Die Messkampagne hatte zum Ziel, festzustellen, welche PCB-Belastungen in den übrigen Einzugsgebieten vorliegen und ob allenfalls weiterer Handlungsbedarf besteht. Es wurden dafür an 27 Standorten in den grösseren Flüssen im Kanton Graubünden Gewässerproben mittels sogenannter Passivsammler der EMPA durchgeführt.

Für die Messungen wurden spezielle Passivsammler der EMPA eingesetzt.

Die Passivsammler bestehen aus einer speziellen, durchsichtigen Kunststoffolie (sogenanntes Polydimethylsiloxan PDMS), an die sich PCB anlagern. Die Passivsammler wurden während ca. 30 Tagen im Fluss ausgesetzt. Sie können täglich etwa so viel PCB aufnehmen, wie in ca. 5 bis 10 Litern Wasser vorhanden sind. Auf diese Weise werden während der Expositionsdauer 150 bis 300 Liter Wasser beprobt. Danach wird die Kunststoffolie eingesammelt und im Labor analysiert. Bei den ausgewerteten PCB-Konzentration im Wasser wurde angenommen, dass pro Tag 5 Liter Wasser beprobt worden sind. Bei 10 Liter pro Tag wären die Konzentrationen halb so gross.

Die Messergebnisse wurden mit Untersuchungen aus dem Spöl verglichen.

Im Spöl wurden im Jahr 2017 ebenfalls Messungen im Wasser und Analysen von Fischen durchgeführt. Zudem wurden ebenfalls im Jahr 2017 Untersuchungen an Fischen aus verschiedenen Gewässern im Kanton durchgeführt.

Es sind also folgende Untersuchungen berücksichtigt worden:

Zeitraum	Untersuchung
Juni 2017	Beprobung von Fischen in Flüssen (Vorderrhein, Hinterrhein, Albula, Landquart, Inn, Poschiavino und Moesa)
Oktober 2017	Beprobung von Fischen im Spöl und in den Stauseen Livigno und Ova Spin
November 2017	Probenahme mittels Passivsammlern im Spöl und im Inn an acht Standorten
November 2017	Probenahme mittels Passivsammlern in verschiedenen Flüssen im Kanton Graubünden an 27 Standorten

Ergebnisse der Messungen im November 2017 in den Flüssen: Probenahme mit Passivsammlern

Die Passivsammler nehmen während ihres Einsatzes im Gewässer PCB aus dem Wasser auf. Im Labor der EMPA wurden anschliessend die sogenannten Indikator-PCB (i-PCB) und dioxinähnlichen PCB (dl-PCB) analysiert. Gesamthaft gibt es 209 verschiedene PCB-Stoffe (sogenannte Kongenere).

Die **Indikator-PCB** sind sechs einzelne ausgewählte PCB-Stoffe, deren Summe als Mass für die gesamte PCB-Belastung herangezogen wird. Um die gesamte PCB-Menge abzuschätzen, müssen diese Messwerte mit dem Faktor 4.3 multipliziert werden.

Die **dioxinähnlichen PCB** sind 12 einzelne PCB-Stoffe, welche besonders schädlich sind, weil sie ähnliche Eigenschaften haben wie Stoffe aus der Gruppe der Polychlorierten Dibenzodioxine.

Indikator-PCB: Ergebnisse der Messungen in den Flüssen.

Die Messergebnisse zeigen, dass im ganzen Kanton, auch in den unbelasteten Einzugsgebieten, eine Hintergrundbelastung an PCB vorhanden ist, welche über die Luft und über Niederschläge eingetragen wird. Im Wasser des Oberen Spöl werden die höchsten Werte gemessen. In den übrigen Flüssen wurden im Vorderrhein unterhalb Ilanz, in der Plessur oberhalb Langwies bei Litzirüti und im Inn unterhalb Martina die höchsten Konzentrationen der Indikator-PCB festgestellt.

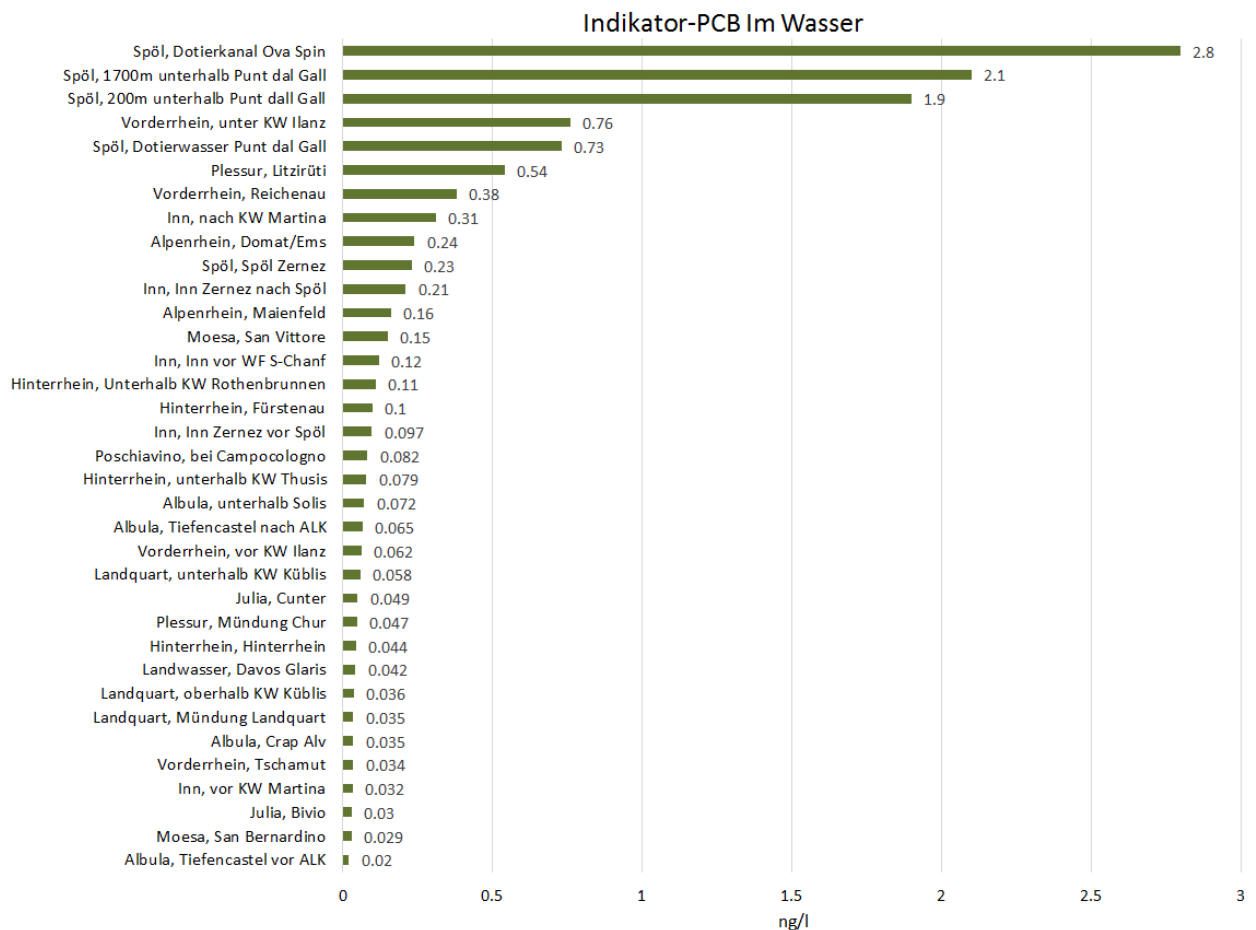


Abb. 1: Aus den Messungen im November 2017 in den Flüssen berechnete Konzentrationen an Indikator-PCB im Wasser. Die Werte sind in Milliardstel Gramm pro Liter angegeben (Nanogramm/l, ng/l).

Für die Berechnung der Konzentrationen wurde davon ausgegangen, dass die Passivsammler fünf Liter Wasser pro Tag beproben können. Bei zehn Litern am Tag wäre die Konzentration halb so gross wie dargestellt

Dioxinähnliche PCB : Ergebnisse der Messungen in den Flüssen.

Die Konzentrationen der dioxinähnlichen PCB zeigen ein ähnliches Gesamtbild wie jene der Indikator-PCB. Die Belastungen im Wasser des Oberen Spöl sind wesentlich höher als an den übrigen Orten. Die Konzentrationen sind in Picogramm pro Liter angegeben. Ein Picogramm ist tausendmal weniger als ein Nanogramm. Ein Nanogramm entspricht einem Milliardstel Gramm.

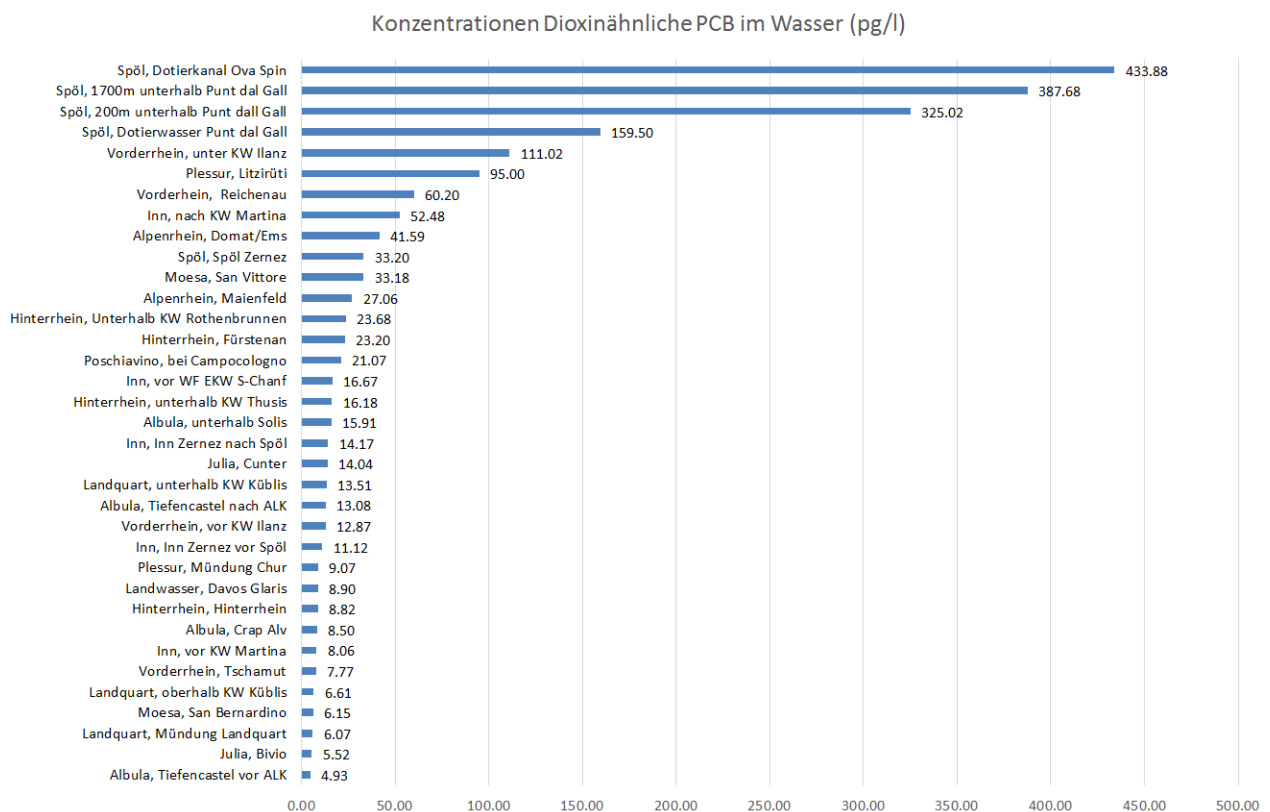


Abb. 2: Konzentrationen der aus den Messungen im November 2017 berechneten dioxinähnlichen PCB in den Flüssen in Picogramm pro Liter (pg/l). Für die Berechnung der Konzentrationen wurde auch hier davon ausgegangen, dass die Passivsammler fünf Liter Wasser pro Tag beproben können.

Als mögliche Quellen für PCB im Einzugsgebiet der untersuchten Gewässer kommen neben den Wasserkraftwerken auch Abwasserreinigungsanlagen, Gebäudehüllen sowie Deponien und Altlasten in Frage. Dort, wo in den Druckleitungen der Kraftwerke PCB-haltige Anstriche eingesetzt wurden und diese immer noch nicht saniert sind, ist potentiell von einer Belastung der Gewässer unterhalb der Wassereinleitung aus Kraftwerken auszugehen. Dem Kanton liegen aber keine flächendeckenden Daten darüber vor, in welchen Anlagen PCB-haltige Stoffe vorhanden sind.

Es besteht keine Gefährdung vom Menschen durch den direkten Kontakt mit dem Wasser.

Aufgrund der im Wasser gemessenen Konzentrationen besteht keine direkte Gefährdung von Menschen. Die höchste unterhalb Ilanz gemessene Konzentration der Indikator-PCB beträgt 0.76 Milliardstel Gramm pro Liter Wasser (Nanogramm pro Liter, ng/l). Tatsächlich wurden mit den Indikator-PCB nur sechs verschiedene der insgesamt 209 vorkommenden PCB-Kongenere analysiert. Um die Gesamtmenge abzuschätzen, muss daher die gemessene Konzentration noch mit dem Faktor 4.3 multipliziert werden. Die Konzentration der gesamten PCB-Schadstoffe beträgt somit 3.3 ng/l.

In der Schweiz nimmt ein Mensch jeden Tag durchschnittlich drei bis vier Millionstel Gramm (4 Mikrogramm) PCB auf. Die Menge von vier Mikrogramm (entspricht 4 000 ng) würde man bei einer Konzentration von 4 ng/l in ca. 1000 l Wasser finden. 24–60 Mikrogramm PCB entspricht der Menge, welche die Weltgesundheitsorganisation (WHO) als Menge definiert hat, die von Menschen täglich während des ganzen Lebens aufgenommen werden kann, ohne dass Schädigungen zu erwarten sind. 24 Mikrogramm PCB (entspricht 24 000 ng) würden in ca. 6000 l Wasser gefunden werden.

Bei der höchsten im oberen Spöl gemessenen Konzentration von Indikator-PCB (2.8 ng/l) beträgt die Konzentration an gesamtem PCB rund 12 ng/l. Die Menge von vier Mikrogramm (=4000 ng/l), die der durchschnittliche Schweizer täglich aufnimmt, würde man dort in ca. 300 l Wasser finden.

Die Gefährlichkeit für Menschen durch PCB besteht durch die Anreicherung in den Fischen

PCB kommen fast überall in der Umwelt vor, jedoch nur als Mikroverunreinigungen. Die Gefährlichkeit durch PCB für Menschen besteht deshalb nicht durch den direkten Kontakt mit Wasser oder der Umwelt. Erst aufgrund der Anreicherung in Nahrungsmitteln wie z. B. in Fischen können sich PCB nach deren häufigen Verzehr im Körper der Menschen ebenfalls so stark anreichern, dass sie schädlich sind.

Aus diesem Grund gibt es Höchstwerte für Lebensmittel wie z. B. "wild gefangene Fische", welche durch die Lebensmittelgesetzgebung vorgegeben sind (Verordnung des EDI über die Höchstgehalte für Kontaminanten vom 16. Dezember 2016; Kontaminantenverordnung, VHK; SR 817.022.15).

In den vom Kanton im Jahr 2017 auf PCB untersuchten Fischen sind diese Höchstwerte bei den Fischen im Oberen Spöl überschritten worden. Aus diesem Grund besteht seit 2017 in den betroffenen Gewässerabschnitten des Spöls, als auch vorsorglich im Lai da Ova Spin, ein Fangverbot für Fische. Bei den untersuchten Fischen in den übrigen Gewässern wurden keine Überschreitungen der Höchstgehalte festgestellt.

Ergebnisse der Analyse von Fischen im Juni und im Oktober 2017

Analyse der Indikator-PCB Konzentrationen in Poolproben von Fischen

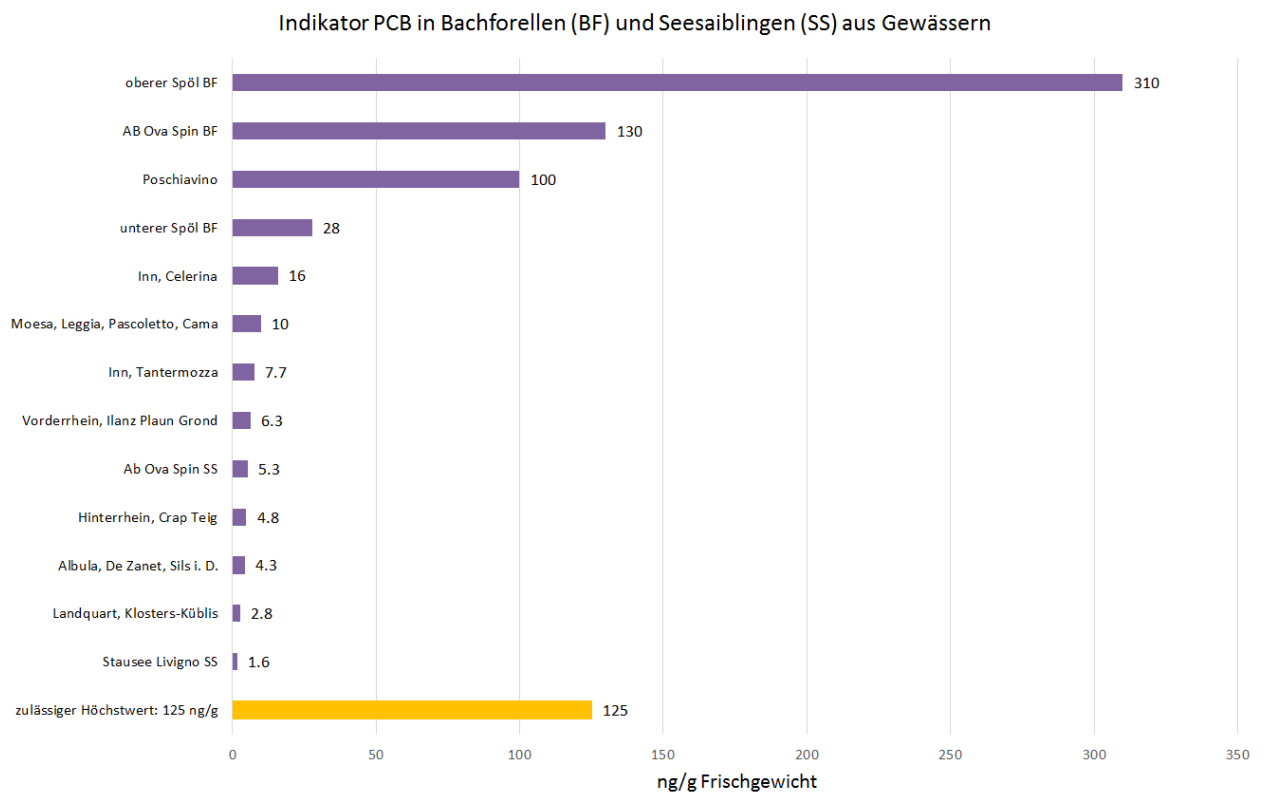


Abb. 3: Die in Fischen gemessenen Indikator-PCB. Die Werte bei den Fischen im oberen Spöl und im Ausgleichsbecken Ova Spin liegen über dem zulässigen Höchstwert. Bei den übrigen untersuchten Fischen sind die Höchstwerte nicht überschritten. Seit 2017 besteht deshalb in den betroffenen Gewässerabschnitten des Spöls, als auch vorsorglich im Lai da Ova Spin, ein Fangverbot für Fische.

Analyse der Gesamtkonzentration an Polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD), Polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) und dioxinähnlichen Polychlorierten Biphenylen (PCB) in Poolproben von Fischen

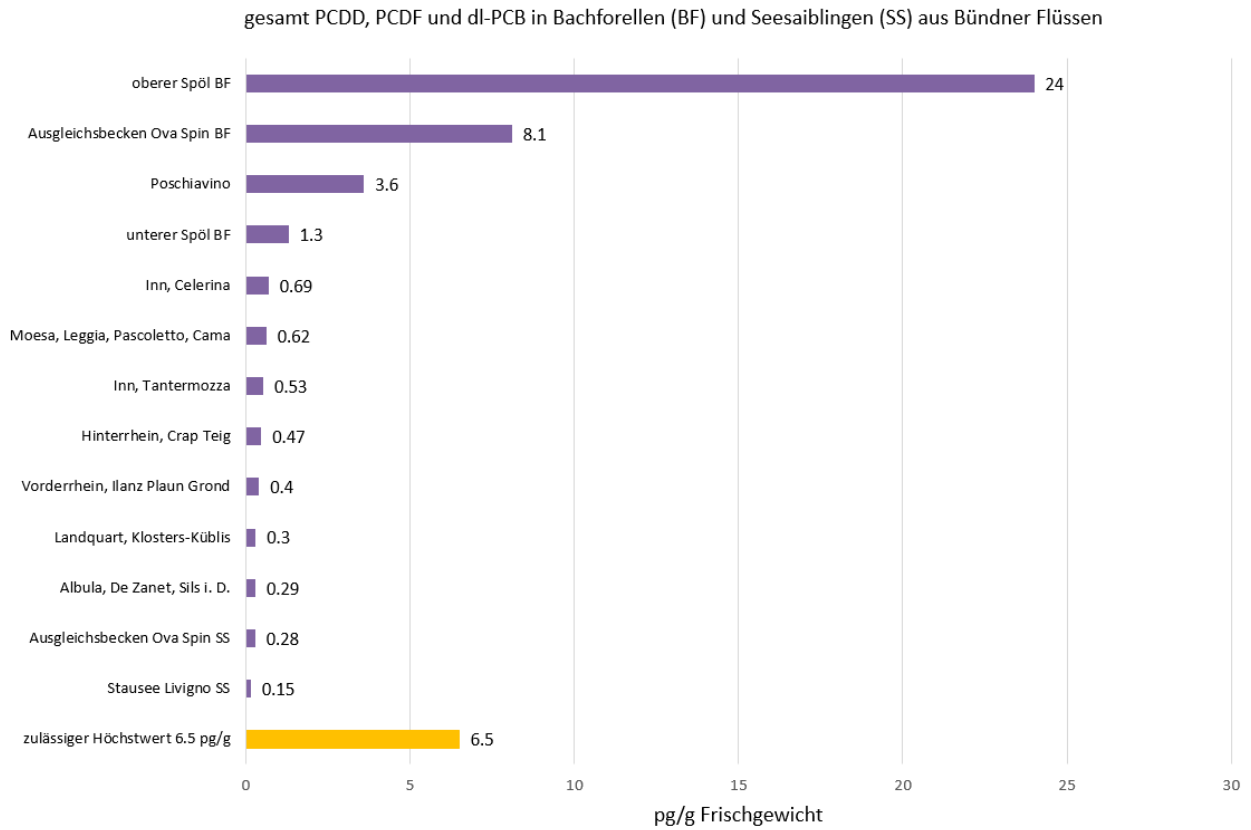


Abb. 4: Gesamtkonzentration an PCDD, PCDF und dioxinähnlichen PCB in den Fischen. Die zulässigen Höchstwerte sind bei den untersuchten Fischen im Oberen Spöl und im Ausgleichsbecken Ova Spin überschritten. Seit 2017 besteht deshalb in den betroffenen Gewässerabschnitten des Spöls, als auch vorsorglich im Lai da Ova Spin, ein Fangverbot für Fische.

Im Jahr 2010 hat das BAFU einen Bericht über die Belastung von Fischen und Gewässern mit PCB und Dioxinen herausgegeben. Darin wurden folgende Verzehrsempfehlungen für Fische formuliert:

Tab. 21 > Verzehrsempfehlungen (maximaler wöchentlicher Konsum) zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung durch PCDD/F und dl-PCB aus dem Konsum von Fisch

Annahmen für die Berechnung: Körpergewicht 70 kg, Portionsgrösse: 150 g, Grundbelastung aus dem Verzehr von Lebensmitteln (ohne Fisch): 2 pg WHO-TEQ/kg KG/Tag, TDI: 2–10 pg WHO-TEQ/kg KG/Tag

Belastungsbereich (pg WHO-TEQ/g FG)	Kinder und Jugendliche bis 18 Jahre sowie Frauen im gebärfähigen Alter TDI 2 pg WHO-TEQ/kg KG/Tag	Frauen nach der Menopause und Männer TDI 10 pg WHO-TEQ/kg KG/Tag
< 4 Fisch vom Markt sowie selbst gefangener Fisch	1–2 Portionen (260–300 g), davon eine Portion mittelfetter oder fetter Fisch	generelle Empfehlungen für eine optimale Ernährung beachten
4–8 Fisch vom Markt sowie selbst gefangener Fisch	1 Portion (130–150 g), zusätzlich 1 Portion mittelfetter oder fetter Fisch vom Markt	1,5–3 Portionen (250–490 g)
8–25 Eigenkonsum von selbst gefangener Fisch	Verzicht auf jeglichen Verzehr (Konsumwarnung)	maximal 0,5–1,5 Portionen (80–250 g)

Tabelle entnommen aus:

Schmid Peter et al. 2010: Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Gewässern der Schweiz. Daten zur Belastung von Fischen und Gewässern mit PCB und Dioxinen, Situationsbeurteilung. Umwelt-Wissen Nr. 1002, Bundesamt für Umwelt, Bern. 101 S.

Weitere Untersuchungen zum Thema PCB

Weitere Untersuchungen haben zum Ziel, entweder eine Gefährdung durch PCB-haltige Stoffe auszuschliessen oder einen weiteren Handlungsbedarf festzustellen. Zu diesem Zweck werden in den am höchsten belasteten Gewässern ausserhalb des Spöl zusätzliche Untersuchungen durchgeführt, um allfällige PCB-Quellen zu lokalisieren. Das betrifft die Gewässer Vorderrhein unterhalb Ilanz sowie die Plessur unterhalb Litzirüti.