

Nansenstrasse 5
CH-8050 Zürich
Tel +41 44 315 10 10
www.friedlipartner.ch
info@friedlipartner.ch

Expertenbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU)

MIT DIOXINEN BELASTETE STANDORTE UND BÖDEN BEI KEHRICHTVERBRENNUNGSANLAGEN (KVA)

Resultate der Arbeitsgruppe



Projektleitung: Leonard Zourek
Korreferat: Dr. Martin Hoffmann
Projekt-Nr. 22.064.2

Zürich, 23. Mai 2024

INHALTSVERZEICHNIS

VERWENDETE UNTERLAGEN	4
1 AUSGANGSLAGE	7
1.1 Kontext	7
1.2 Ziele der Arbeitsgruppe	9
1.3 Rechtliche Grundlagen	9
2 PROBENAHME UND ANALYTIK VON DIOXINEN GEMÄSS VBBO UND VVEA	13
2.1 Probenahme	13
2.2 Probenvorbereitung	14
2.3 PCDD/F-Analytik	14
3 UNTERSUCHUNG UND BEURTEILUNG	17
3.1 Belasteter Standort nach Artikel 32c USG oder nicht?	17
3.2 Erkenntnisse für den Vollzug gemäss AltIV	19
3.3 Erkenntnisse für den Vollzug der VBBo sowie von Sofortmassnahmen nach AltIV bis zur Sanierung	29
4 SANIERUNG NACH ALTLV	36
4.1 Sanierungsmethoden und rechtliche Bewertung	36
4.2 Kriterien für die Bewertung	38
4.3 Sanierungsvarianten im Fall der Region Lausanne	39
5 AUSBLICK	41

ANHANG

Anhang 1	Merkblatt "Empfehlungen zur Analyse von Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/F, "Dioxine") in Böden". Bundesamt für Umwelt (BAFU), 14. Januar 2022.
Anhang 2	Liste offener Fragen, welche ausserhalb der Arbeitsgruppe diskutiert werden müssen

PUBLIKATION

Der vorliegende Bericht steht auf der Webseite des BAFU zum Download zur Verfügung. Es ist keine gedruckte Version verfügbar.

DISCLAIMER

Der vorliegende Bericht wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein die Auftragnehmerin verantwortlich.

Dieser Bericht fasst die Grundlagen, Diskussionen und Beschlüsse der Arbeitsgruppe zusammen. Er spiegelt nicht die Meinung des BAFU (Auftraggeberin), der FRIEDLIPARTNER AG (Berichtsverfasserin) oder einzelner Mitglieder der Arbeitsgruppe wider, sondern den Konsens bzw. Stand der Diskussionen der Arbeitsgruppe.

MITGLIEDER DER ARBEITSGRUPPE

Thomas Barner	ZH
Sébastien Fracheboud	VD
François Füllemann	VD
Jacques Martelain	GE
Thomas Muntwyler	AG
Isabelle Proulx	VD
Martin Schwarz	ZH
Alice Badin	BAFU
Satenig Chadoian	BAFU
Christoph Reusser	BAFU
Christiane Wermeille	BAFU
Leonard Zourek	FRIEDLIPARTNER AG

Gast:

Claude Thomas	Stadt Lausanne
---------------	----------------

BILDNACHWEISE

Titelbild: [https://www.quartierduvallon.ch/50-ans-de-rejets-polluants-
uiom-du-vallon-article-du-24h-du-19-5-2021/](https://www.quartierduvallon.ch/50-ans-de-rejets-polluants-
uiom-du-vallon-article-du-24h-du-19-5-2021/)
Icons: <https://www.flaticon.com>

VERWENDETE UNTERLAGEN

- [1] Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten vom 26. August 1998 (Altlasten-Verordnung, AltIV, SR 814.680).
- [2] Änderung der Altlasten-Verordnung. Vernehmlassung vom 14. März 2019 bis 21. Juni 2019.
https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/dl/proj/6019/13/cons_1/doc_17/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-dl-proj-6019-13-cons_1-doc_17-de-pdf-a.pdf
- [3] Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998 (VBBo, SR 814.12).
- [4] Übersicht der Messungen von Dioxinen und Furanen (PCDD/F) sowie weiterer Schadstoffe in Böden rund um Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) in der Schweiz. Expertenbericht FRIEDLIPARTNER AG im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. *Publikation im Sommer 2024 vorgesehen.*
- [5] Wegleitung "Bestimmung von polychlorierten Dioxinen und Furanen in Böden", VU-4810. BAFU, 2001.
- [6] Handbuch Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden, VU-4814. BAFU, 2003.
- [7] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA, SR 814.600).
- [8] Vollzugshilfe "Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich", UV-1715. BAFU, 1. aktualisierte Ausgabe 2022.
- [9] VVEA-Vollzugshilfe, Modul "Probenahme fester Abfälle", UV-1826. BAFU, 2019.
- [10] Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung", UV-2112. BAFU, 2021.
- [11] Umfrage unter den Kantonen – Praxis im Bereich chemischer Bodenschutz. Bericht des BAFU, 12. Dezember 2021.
- [12] Risikobeurteilung von Bodenschadstoffen in Haus- und Familiengärten gemäss Anhang 3, Ziffer 2 AltIV für die menschliche Gesundheit. Bericht des SCAHT vom 24. Januar 2017.
[https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/externe-studien-berichte/risikobeurteilung-von-bodenschadstoffen-in-haus-und-familiengaerten-gemaess-anhang3-ziffer2-altiv-fuer-die-menschliche-gesundheit.pdf.download.pdf/Risikobeurteilung Stoffe Boden AltIV.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/externe-studien-berichte/risikobeurteilung-von-bodenschadstoffen-in-haus-und-familiengaerten-gemaess-anhang3-ziffer2-altiv-fuer-die-menschliche-gesundheit.pdf.download.pdf/Risikobeurteilung%20Stoffe%20Boden%20AltIV.pdf)
- [13] Human Health Risk Assessment of PCDDs, PCDFs and dl-PCBs for remediation of soil for sites in private gardens and allotments in the frame of the Contaminated Sites Ordinance. Bericht des SCAHT vom 06. März 2019 Anhang von Bericht [12], ab S. 365.
[https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/externe-studien-berichte/risikobeurteilung-von-bodenschadstoffen-in-haus-und-familiengaerten-gemaess-anhang3-ziffer2-altiv-fuer-die-menschliche-gesundheit.pdf.download.pdf/Risikobeurteilung Stoffe Boden AltIV.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/altlasten/externe-studien-berichte/risikobeurteilung-von-bodenschadstoffen-in-haus-und-familiengaerten-gemaess-anhang3-ziffer2-altiv-fuer-die-menschliche-gesundheit.pdf.download.pdf/Risikobeurteilung%20Stoffe%20Boden%20AltIV.pdf)

- [14] Verordnungspaket Umwelt Frühling 2020. Berichte über die Ergebnisse des Vernehmlassungsverfahrens (14. März 2019 – 21. Juni 2019). BAFU, 12. Februar 2020.
https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/dl/proj/6019/13/cons_1/doc_17/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-dl-proj-6019-13-cons_1-doc_17-de-pdf-a.pdf
- [15] Erläuternder Bericht zur Änderung der Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung) vom 14. März 2019.
https://www.fedlex.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/dl/proj/6019/13/cons_1/doc_6/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-dl-proj-6019-13-cons_1-doc_6-de-pdf-a.pdf
- [16] Contamination des sols aux dioxines/furanes en région lausannoise – Évaluation sanitaire. Bericht Unisanté vom Dezember 2021.
https://serval.unil.ch/resource/serval:BIB_AE432E795D26.P002/REF
- [17] Bericht zur Revision der Prüf- und Sanierungswerte von PCBs und PCDD/Fs in belasteten Böden nach VBBo bzw. AltIV. Juliane Glüge und Christian Bogdal vom 13. April 2018.
- [18] Vollzugshilfe "Erstellung des Katasters der belasteten Standorte", VU-3411-D. BAFU, 2001.
- [19] Expertise sur l'origine d'une pollution des sols à Lausanne. Bericht N°7300, Airmes AG, November 2021.
https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/Dioxines/Rapport_AIRMES_dioxines.pdf
- [20] Identification des sources possibles de pollution par une analyse statistique multivariée des données disponibles. Bericht eode, aktualisierte Version vom März 2023.
https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/Dioxines/Vaud_Stat_Origine_Dioxines_Lausanne_Rapport_eOde_Mars2023.pdf
- [21] Contaminations des sols aux dioxines dans la région lausannoise – exposition de la volaille et résidus dans les denrées alimentaires. Bericht Unisanté, Dezember 2022.
https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/Dioxines/Etude_Unisant%C3%A9_exposition_des_volailles_aux_dioxines.pdf
- [22] Botschaft zur Änderung des Umweltschutzgesetzes (Lärm, Altlasten, Lenkungsabgaben, Finanzierung von Aus- und Weiterbildungskursen, Informations- und Dokumentationssysteme, Strafrecht). Bundesrat, provisorische Version vom 16. Dezember 2022.
<https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/74524.pdf>
- [23] Vollzugshilfe "Bauvorhaben und belastete Standorte", UV1616-D, BAFU 2016.
- [24] Schmid PP, Gujer E, Zennegg M, Bucheli TD, Desaulles A. 2005. Correlation of PCDD/F and PCB concentrations in soil samples from the Swiss soil monitoring network (NABO) to specific parameters of the observation sites. Chemosphere. 58(3):227–234. doi:10.1016/j.chemosphere.2004.08.045.

- [25] Projektbericht SIBEPRO (sichere beef - Produktion oder Sicherheit in der Rindfleischproduktion). Bericht Agroscope, März 2009.
https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/publikationen/suchen/_jcr_content/par/externalcontent.bitexternalcontent.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2RILUNIL0FqYXgvRW/luemVscHVibGlrYXRpb24vRG93bmxvYWQ_ZWluemVscHVibGlr/YXRpb25JZD0xNzQ0MQ==.pdf
- [26] Bogdal C, Züst S, Schmid PP, Gyalpo T, Zeberli A, Hungerbühler K, Zennegg M. 2017. Dynamic Transgenerational Fate of Polychlorinated Biphenyls and Dioxins/Furans in Lactating Cows and Their Offspring. Environ Sci Technol. 51(18):10536–10545. doi:10.1021/acs.est.7b02968.
- [27] Handbuch "Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden". VU-4817-D. BAFU; 2005
- [28] Verordnung des EDI über die Höchstgehalte für Kontaminanten (VHK, SR 817.022.15).
- [29] Assainissement des sols pollués aux dioxines. Bericht HEPIA vom 3. Februar 2022.
<https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=68780&Load=true>
- [30] Vollzugshilfe " Evaluation von Sanierungsvarianten ". UV-1401-D, BAFU, 2014.
- [31] Vollzugshilfe "Sanierungsbedarf sowie Ziele und Dringlichkeit einer Sanierung". UV-1828-D, BAFU, 2022.

1 AUSGANGSLAGE

1.1 Kontext

Im Frühjahr 2021 wurde in der Region Lausanne eine grossflächige Belastung des Bodens durch polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD/F, im weiteren Text auch "Dioxine") festgestellt. Über 100 Bodenproben und eine Modellierung der Topografie und der Windverhältnisse zeigten, dass diese Belastung mit grosser Wahrscheinlichkeit auf den Betrieb der ehemaligen Kehrlichtverbrennungsanlage (KVA) Vallon zurückzuführen ist.

Ein Grossteil der gemessenen Dioxingehalte liegt über dem vom Swiss Center for Applied Human Toxicology (SCAHT) für die 2019 geplante Revision der AltIV [1] neu vorgeschlagenen Dioxin-Konzentrationswert ("K-Wert") für Kinderspielflächen von 20 ng WHO₀₅-TEQ¹/kg Boden [2], welcher auch dem Prüfwert nach Anhang 2 VBBo [3] für Nutzungen mit möglicher direkter Bodenaufnahme entspricht (letzterer ist in I-TEQ ausgedrückt). Ein Teil der Messwerte liegt zudem über dem Sanierungswert gemäss Anhang 2 VBBo [3] für Kinderspielflächen, Haus- und Familiengärten (100 ng I-TEQ/kg Boden). In der Folge hat der Kanton Waadt für untersuchte Parzellen je nach Dioxingehalt Nutzungsverbote, -einschränkungen sowie -empfehlungen ausgesprochen (Artikel 10, 9 resp. 8 VBBo). Diese Verfügungen hatten zum Ziel, die Bevölkerung bis zur Umsetzung von Bodensanierungsmassnahmen zu schützen.

Der Kanton Waadt bat das BAFU kurz nach Feststellung der Belastung um Unterstützung in diesem Dossier. So wurden diverse technische und rechtliche Fragen im Zusammenhang mit der Vorbereitung und Analyse von Proben sowie der Interpretation der Ergebnisse von mit Dioxinen belasteten Böden geklärt. Die wichtigsten Erkenntnisse wurden den kantonalen Fachstellen im Januar 2022 in Form eines Merkblattes zugestellt (vgl. Anhang 1).

Ausgelöst durch die grossflächige Dioxinbelastung in der Region Lausanne veranlassten zahlreiche weitere Kantone Messkampagnen rund um ehemalige oder aktive KVA. Das BAFU wird die Ergebnisse dieser Messkampagnen sammeln und in einem separaten Bericht [4] auswerten lassen.

Die Dioxinbelastungen in der Region Lausanne und mögliche weitere Belastungen rund um andere Schweizer KVA erlangten hohe mediale Aufmerksamkeit. Auch auf politischer Ebene wurden verschiedene Vorstösse zum Thema Dioxine und Böden auf Bundesebene eingereicht:

¹ TEQ: Toxizitätsäquivalente, Details siehe Kap. 2.3

21.4225 POSTULAT, NR Gabriela Suter², 30.09.2021:

beauftragt den "Bundesrat [...], zusammen mit den Kantonen das Ausmass der Umweltbelastungen, die durch den Betrieb der Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) in den letzten 50 Jahren resultiert sind, umfassend aufarbeiten zu lassen". Der Bericht soll Fragen zu verschiedenen Filtertechnologien, zu den überwachten Emissionen und Immissionen und zu den Aufgaben, welche Behörden oblagen, beantworten.

Der Bundesrat beantragte am 17.11.2021 die Annahme des Postulats.

21.4429 INTERPELLATION, SR Adèle Thorens Goumaz³, 14.12.2021:

fragt, ob vergleichbare Standorte in der Schweiz untersucht werden, ob und in welchem Masse der VASA-Fonds Abgeltungen an zukünftige Sanierungen leisten kann, auf welche Art und wie eine Sanierung der grossen Flächen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit und der Verhältnismässigkeit durchgeführt werden kann und wann der 2019 in Vernehmlassung gesendete AltIV-Konzentrationswert von 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg für Dioxine und dioxin-ähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB) in Kraft treten wird.

Der Bundesrat antwortete am 02.02.2022, dass die meisten Kantone Untersuchungen durchgeführt oder in die Wege geleitet haben, dass der VASA-Fonds sich mit 40% nur an Ausfallkosten beteiligen kann, dass die Fragen zur Beurteilung und anschliessenden Sanierung der Standorte von einem UVEK-Projekt und einer Arbeitsgruppe bearbeitet werden, und dass das Inkrafttreten neuer AltIV-Konzentrationswerte mit der laufenden Revision des Umweltschutzgesetzes (USG) koordiniert wird.

21.4519 POSTULAT, SR Adèle Thorens Goumaz⁴, 16.12.2021:

beauftragt den Bundesrat, einen Bericht vorzulegen, der folgende Punkte enthält: Inventar der Bodenbelastungen im Siedlungsgebiet und Stand des Wissens in Bezug auf gesundheitliche Fragen, Vorschläge für eine Strategie zur Untersuchung belasteter Böden, mögliche Lösungen zu Sanierungsmassnahmen inkl. Finanzierung, Forschungsbedarf hinsichtlich technischer Lösungsbedarf und Vorschläge einer ad-hoc-Strategie für den Umgang mit allfälligen Lücken.

Der Bundesrat beantragte am 16.02.2022 die Ablehnung des Postulats, u.a. mit Verweis auf die Bodenstrategie Schweiz⁵, die laufende USG-Revision, die Schweizer Gesundheitsstudie und die Annahme des Postulats Suter (21.4225, s.o.).

² <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20214225>

³ <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20214429>

⁴ <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20214519>

⁵ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/publikationen-studien/publikationen/bodenstrategie-schweiz.html>

21.4499 INTERPELLATION, NR Fabien Fivaz⁶, 16.12.2021:

stellt diverse Fragen im Zusammenhang mit der möglichen Gefährdung der Bevölkerung durch Dioxine und wie diese erfasst werden können. Ausserdem fragt er, warum die Konzentrationswerte von 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg für Dioxine und von 300 mg/kg für Blei noch nicht in Kraft gesetzt worden seien.

Der Bundesrat antwortete am 16.02.2022 mit diversen Erläuterungen zum Schadstoff Dioxin. Daneben führte er aus, dass er im Frühling 2022 über die Durchführung eines landesweiten Projekts im Bereich Human Biomonitoring entscheiden wird und dass im Fall einer Weiterführung der Studie auch weitere Schadstoffe in den bereits vorhandenen Bodenproben analysiert werden können. Ausserdem würde das Inkrafttreten der neuen Konzentrationswerte mit der laufenden USG-Revision koordiniert.

1.2 Ziele der Arbeitsgruppe

Die Arbeitsgruppe wurde ins Leben gerufen, um die vielen offenen Fragen zu diskutieren, welche sich im Zusammenhang mit der Dioxinbelastung in der Region Lausanne ergaben. Die Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter (KVU) hat im April 2022 die Arbeitsgruppenmitglieder bestimmt: nebst dem Kanton Waadt waren auch die Kantone Aargau, Genf und Zürich in der Arbeitsgruppe vertreten.

Der Fokus der Arbeitsgruppe lag auf der Bodenbelastung mit PCDD/F in der Region Lausanne. Der vorliegende Bericht gibt den Konsens oder den Stand der Diskussionen in der Arbeitsgruppe Stand Ende 2023 wieder.

Die Auswertung der Messdaten aus den Kantonen im Rahmen der Beantwortung des Postulats Suter (siehe Kap. 1.1) wird in einem separaten Bericht [4] erfolgen.

1.3 Rechtliche Grundlagen

Die Beurteilung von Bodenbelastungen erfolgt anhand der Konzentrationswerte gemäss Altlasten-Verordnung (AltIV) und anhand der Werte im Sinne der Artikel 8 bis 10 der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo); im Folgenden "Massnahmenwerte" genannt.

Gemäss VBBo gefährdet eine Belastung unter dem Richtwert die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht (VBBo-Massnahmenwerte siehe Abbildung 1). Unter dem nutzungsspezifischen Prüfwert besteht keine Gefährdung für die jeweilige Nutzung. Der Sanierungswert gibt die Belastung an, ab welcher eine Art der Nutzung nicht mehr ohne Gefährdung durchgeführt werden kann.

Massnahmenwerte
VBBo

Wenn der Richtwert überschritten ist oder wenn generell eine Schadstoffzunahme festgestellt wird oder anzunehmen ist, sieht die VBBo eine Ursachenermittlung und einen Quellenstopp vor (Artikel 8 VBBo). Für Bodenbelastungen zwischen Prüf- und Sanierungswert führt der Kanton eine Gefährdungsabschätzung durch und verfügt nötigenfalls Nutzungseinschränkungen (Artikel 9 VBBo). Bei Überschreitungen des Sanierungswertes verbietet der Kanton die betroffenen Nutzungen (Artikel 10

Massnahmen nach
VBBo

⁶ <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20214499>

VBBo). Eine Sanierungspflicht ergibt sich gemäss Artikel 34 Absatz 3 USG sowie Artikel 10 Absatz 2 VBBo nur für Böden "in Gebieten mit raumplanerisch festgelegter gartenbaulicher, land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung". Für alle anderen Nutzungen gibt es aus bodenschutzrechtlicher Sicht keine Sanierungspflicht.

1 Richt-, Prüf- und Sanierungswerte

11 Werte für Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF)

Werte	PCDD/F-Gehalte ¹ (ng I-TEQ/kg TS für Böden bis 15 % Humus, ng I-TEQ/dm ³ für Böden über 15 % Humus)	Probenahme- tiefe (in cm)
<i>Richtwert</i>	5	0–20
<i>Prüfwerte</i>		
Nutzungen mit möglicher direkter ²		
Bodenaufnahme	20	0–5
Nahrungspflanzenanbau	20	0–20
Futterpflanzenanbau	20	0–20
<i>Sanierungswerte</i>		
Kinderspielplätze	100	0–5
Haus- und Familiengärten	100	0–20
Landwirtschaft und Gartenbau	1000	0–20

I-TEQ= Internationale Toxizitätsäquivalente TS= Trockensubstanz

¹ PCDD/F = Summe der polychlorierten Dibenzo-*p*-dioxine und polychlorierten Dibenzofurane

² oral, inhalativ, dermal

Abbildung 1: Massnahmenwerte für PCDD/F gemäss Anhang 2, Ziffer 1.1 VBBo.

Im Gegensatz zur VBBo ist gemäss AltIV keine Gefährdungsabschätzung für den Einzelfall vorgesehen. Eine Überschreitung eines Konzentrationswerts ("K-Werts") nach Anhang 3 AltIV führt zu einem Sanierungsbedarf, das Sanierungsziel entspricht dabei der Unterschreitung ebendieses K-Werts. Alle Bodenbelastungen unterhalb der K-Werte werden gemäss Artikel 12 Absatz 2 AltIV nach VBBo beurteilt. Die Altlasten-Verordnung (AltIV) kommt zum Tragen bei Bodenbelastungen auf belasteten Standorten nach AltIV, d.h. bei Belastungen, die von Abfällen stammen und eine beschränkte Ausdehnung aufweisen. Der Anhang 3 der AltIV definiert in Ziffer 1 Konzentrationswerte für Standorte bei landwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Nutzung und in Ziffer 2 für Standorte bei Haus- und Familiengärten, Kinderspielplätzen und Anlagen, auf denen Kinder regelmässig spielen.

Beurteilungswerte AltIV

Die Konzentrationswerte in Anhang 3 Ziffer 2 AltIV sollen im Grundsatz sicherstellen, dass bei der betroffenen Nutzung gemäss einem "*realistic worst case*"-Szenario [13] kein Risiko besteht. So wird gewährleistet, dass auch langfristig, z.B. bei einer späteren Nutzungsänderung, welche zu einer Erhöhung der Exposition via direkter Bodenaufnahme führt, keine Gefährdung besteht. Bei der Herleitung von Konzentrationswerten nach AltIV ist die Gefährdungsabschätzung bereits impliziert und wird deshalb nicht im Einzelfall durchgeführt. Ein vergleichbarer Ansatz wird auch bei der Herleitung der K-Werte nach Anhang 1 AltIV (Schutzgut Grundwasser) angewendet. Eine Überschreitung

Ziel AltIV: kein Risiko durch direkte Bodenaufnahme

des Konzentrationswerts für eine bestimmte Nutzung hat einen altlastenrechtlichen Sanierungsbedarf zur Folge. Das Sanierungsziel ist grundsätzlich, die Überschreitung des Konzentrationswerts nachhaltig zu beseitigen. Unter bestimmten Voraussetzungen sieht die AltIV aber vor, dass zumindest in Bezug auf das Grundwasser und Oberflächengewässer vom Sanierungsziel abgewichen wird (Artikel 15 AltIV), was der Behörde einen gewissen Handlungsspielraum im Einzelfall ermöglicht.

Für die PCDD/F existieren aktuell keine Konzentrationswerte nach Anhang 3 AltIV, weshalb diese Werte im Einzelfall nach den Vorschriften der Umweltschutzgesetzgebung herzuleiten und mit Zustimmung des BAFU festzulegen sind.

Keine K-Werte für PCDD/F in AltIV

Das Swiss Centre for Applied Human Toxicology (SCAHT) leitete für Kleinkinder unter 3 Jahren bei täglicher direkter Bodenaufnahme einen Konzentrationswert für PCDD/F inkl. dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle (dl-PCB) gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV her [13]. Der Vorschlag des SCAHT betrug 14 ng WHO₀₅-TEQ/kg. Um eine genügende Differenz zur Hintergrundbelastung sicherzustellen, schlug das BAFU darauf basierend einen Wert von 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg vor und schickte diesen 2019 im Rahmen einer geplanten Revision der AltIV in die Vernehmlassung [14] [15]. Die Revision wird nach einer aktuell laufenden Anpassung des USG weiterverfolgt.

Vorgeschlagener Wert für Anh. 3 Ziff. 2 AltIV

Der Wert von 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg stellt gemäss den SCAHT-Studien für ein *realistic worst case*-Szenario (tägliche Aufnahme von 250 mg Boden pro Tag an 365 Tagen im Jahr, 100% Bioverfügbarkeit, ein- bis dreijähriges Kleinkind) sicher, dass die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge ("*tolerable daily intake*") von 0.3 pg WHO₀₅-TEQ/kg Körpergewicht und Tag nicht überschritten wird. Das BAFU erachtet die SCAHT-Methodologie als den aktuellen Stand der Technik.

Herleitung

Für den konkreten Fall der Region Lausanne hat der Kanton Waadt den Konzentrationswert gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV von 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg vorgeschlagen und das BAFU hat diesem gemäss Vorgehen in Anhang 3 AltIV zugestimmt. Für einen belasteten Standort im Kanton Wallis wurde dieser Wert bereits früher angewandt.

In VD und VS bereits angewendet

Ein für den Einzelfall nach Anhang 3 AltIV hergeleiteter Konzentrationswert ist einem im Anhang 3 AltIV enthaltenen Wert gleichwertig. Der im Einzelfall festgelegte Wert ist ausschliesslich für einen konkreten belasteten Standort rechtlich verbindlich, kann aber mit Zustimmung des BAFU auch für andere vergleichbare Fälle herangezogen werden (Grundsatz der rechtsgleichen Behandlung, Artikel 8 Bundesverfassung), wenn die Situation dieselbe ist.

Rechtskraft des einzelfallspezifischen Wertes

Ein K-Wert für PCDD/F nach Anhang 3 Ziffer 1 AltIV (Standorte bei landwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Nutzung) muss ebenfalls im Einzelfall durch die Vollzugsbehörde hergeleitet und dem BAFU zur Zustimmung vorgelegt werden. Das Projekt RECOSOL (Arbeitsgruppe BAFU-Kantone, 2018) zeigte jedoch, dass die Herleitung eines neuen K-Wertes für PCDD/F für landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzte Böden aktuell nicht möglich ist (wissenschaftliche Grundlagen vgl. [17]). Vor der Festlegung dieser Grenzwerte sollen Überlegungen zu den künftigen Definitionen von Prüf- und Sanierungswerten der VBBo angestellt werden. Dies soll unter Berücksichtigung des K-Wert-Systems der AltIV geschehen,

Anhang 3 Ziffer 1 AltIV

um die Kohärenz zwischen den beiden Rechtsgrundlagen (VBBo und AltIV) zu gewährleisten.

Bis eine Methodik zur Herleitung eines Sanierungswerts nach VBBo und eines Konzentrationswertes nach Anhang 3 Ziffer 1 AltIV für landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzte Böden etabliert ist, ist momentan auf den geltenden VBBo-Sanierungswert für Landwirtschaft und Gartenbau von 1'000 ng I-TEQ/kg abzustützen und dieser als K-Wert nach Anhang 3 Ziffer 1 AltIV anzuwenden. Es ist jedoch anzumerken, dass der Arbeitsgruppe kein Fall bekannt ist, in welchem bei Böden rund um KVA ein PCDD/F-Gehalt von 1'000 ng I-TEQ/kg überschritten wurde. Die in der Region Lausanne gemessenen Werte übersteigen beispielsweise den Wert von 450 ng WHO₀₅-TEQ/kg nicht.

Vorläufige Praxis

Für die Frage, ob eine Bodenbelastung als "belasteter Boden" nach VBBo oder als "belasteter Standort" gemäss AltIV behandelt wird, ist die Definition des belasteten Standortes gemäss Artikel 2 AltIV ausschlaggebend. Demnach sind belastete Standorte "Orte, deren Belastung von Abfällen stammt und die eine beschränkte Ausdehnung aufweisen". Zudem muss einer der in Artikel 2 Absatz 1 AltIV abschliessend genannten Standorttypen vorliegen (Ablagerungs-, Betriebs- oder Unfallstandort).

Belasteter Standort
oder belasteter Boden?

Im Falle von PCDD/F-Belastungen rund um eine KVA ist die beschränkte Ausdehnung gegeben, weil:

PCDD/F um KVA:
belasteter Standort

- die Belastung i.d.R. eine eindeutige Quelle hat (im Einzelfall nachzuweisen, z.B. mit Massenbilanzen/Analyse der Kongenerenprofile [19] oder geostatistischen Methoden [20]),
- die Belastung im Hauptdepositionsbereich der PCDD/F hoch ist und normalerweise mit zunehmender Distanz von der Quelle abnimmt,
- es trotz möglicher Grossflächigkeit einer Belastung möglich ist, diese gegen unbelastete Bereiche abzugrenzen

Schliesslich liegt aufgrund des räumlichen Zusammenhangs mit einer KVA ein "Betriebsstandort" im Sinne von Artikel 2 Absatz 1 Buchstabe b AltIV vor.

Diffuse Bodenbelastungen, d.h. jene, welche auf andere Quellen als die in Artikel 2 Absatz 1 AltIV zurückzuführen sind, werden hingegen nicht gemäss AltIV, sondern ausschliesslich gemäss VBBo behandelt.

2 PROBENAHE UND ANALYTIK VON DIOXINEN GEMÄSS VBBO UND VVEA

Die Grundlagen für die Probenahme und Analytik bei Dioxinen für die Gefährdungsabschätzung gemäss VBBo basieren im Wesentlichen auf Anhang 2 VBBo sowie der Wegleitung [5] und dem Handbuch [6]. Probenahme und Analytik gemäss VVEA [7] basieren im Wesentlichen auf den Vollzugshilfen [8] und [9].

Grundlagen

Sei es für eine Abschätzung der Gefährdung durch die Bodennutzung nach VBBo, die Beurteilung des Sanierungsbedarfs nach AltIV oder für die Beurteilung der Entsorgungswege: Die Analyse von Boden geschieht nach VBBo. Falls der Boden abgetragen werden soll und nicht verwertet werden muss bzw. kann (vgl. Artikel 18 VVEA und Vollzugshilfe [10]), stellt sich die Frage, auf welcher Anlage bzw. Deponie der Boden entsorgt werden kann. Für diese abfallrechtliche Fragestellung werden die Analyseergebnisse nach VVEA mit den massgebenden Grenzwerten⁷ verglichen.

Erster Schritt: Analyse nach VBBo

Jedoch kann es zum Beispiel bei grösseren mit PCDD/F belasteten Flächen unverhältnismässig aufwändig sein, für die Ablagerung von belastetem Material neben den Analysen nach VBBo immer auch Analysen gemäss VVEA durchzuführen. Es wäre daher sinnvoll, dass im Vollzug unter gewissen Bedingungen Vereinfachungen möglich sind. Gemäss einer Umfrage des BAFU [11] entsprechen diesbezügliche Vereinfachungen für andere Schadstoffe bereits der gängigen Praxis in knapp der Hälfte der Kantone.

Vereinfachungen

2.1 Probenahme

Die Probenahme von Böden mit Belastungshinweis erfolgt i.d.R. mittels Feldbeprobungen des ungestörten Bodens. Die Probenahmetiefe beträgt für die Gefährdungsabschätzung gemäss VBBo und Handbuch [6] i.d.R. 0-5 resp. 0-20 cm Tiefe (unter gewissen Umständen auch tiefer). Für das Beispiel von Gemüsegärten im Lausanner Kontext, welche durch Umgraben regelmässig durchmischt werden, können Proben aus der Tiefe 0-5 cm für die Gefährdungsbeurteilung sowohl bei direkter Bodenaufnahme als auch beim Nahrungspflanzenanbau verwendet werden, was bei den Untersuchungen in der Region Lausanne gemacht wurde (nach Überprüfung, dass die Gehalte übereinstimmen, und mit Zustimmung des BAFU).

i.d.R. Feldprobe

Ist das Ziel die Beurteilung der Verwertungspflicht und ggf. der Entsorgungsmöglichkeiten gemäss VVEA, muss die Probenahmetiefe eine repräsentative Probenahme des zu beurteilenden Materials erlauben (z.B. gesamter A-Horizont). Wenn z.B. im Rahmen eines Bauprojekts der gesamte A-

⁷ Mangels Grenzwerten für PCDD/F in Boden in der VVEA müssen diese Werte im Einzelfall durch die zuständige Behörde mit Zustimmung des BAFU festgelegt werden (Anhang 5 Ziffer 6.2 VVEA).

Horizont des Bodens abgetragen werden soll, müsste die Probenahme und Analyse über die gesamte Mächtigkeit des A-Horizonts erfolgen.

Zur Verifizierung einer Klassierung nach VVEA aufgrund einer Feldprobe oder auf Verlangen der Abfallabnehmerin kann der Schadstoffgehalt des abgetragenen Bodens auch mittels Haufenbeprobungen gemäss VVEA und Vollzugshilfe [9] ermittelt werden.

Haufenproben

2.2 Probenvorbereitung

Der wesentliche Unterschied bei der Probenvorbereitung besteht darin, dass nach VBBo die Analytik mit der Fraktion <2mm durchgeführt wird, während nach VVEA die gesamte Probe (d.h. inkl. Fraktion >2mm) gemahlen und analysiert wird. Hinsichtlich der Extraktions- und Messmethoden für die Dioxinanalytik bestehen keine Unterschiede zwischen VBBo und VVEA, im Gegensatz zu z.B. Schwermetallen.

Hauptunterschied:
Sieben

Im Rahmen einer möglichen Vereinfachung könnte daher eine "VVEA-äquivalente Konzentration" aus einer Analyse nach VBBo berechnet werden, indem die Gehalte nach VBBo auf das Gewicht des Bodens bezogen werden, von welchem der Skelettanteil (>2 mm, Gewicht wird vom Labor bestimmt) abgesiebt wurde. Diese Vereinfachung beruht auf der Annahme, dass die Oberfläche, welche zur Sorption der Schadstoffe zur Verfügung steht, in der Feinfraktion viel höher ist als in der Grobfraktion und dass organische Schadstoffe sich v.A. in der organischen Substanz anreichern, welche wiederum hauptsächlich in der Feinfraktion vorliegt.

Umrechnung
VBBo-VVEA

Damit könnte auf eine zusätzliche Probenahme/Analyse gemäss VVEA verzichtet werden. Die Anwendung dieser Umrechnung wird nicht empfohlen für Werte, welche nahe an Grenzwerten liegen (z.B. +/- 20 % um die Grenzwerte Typ U, T und B nach VVEA von 1, 75 und 150 ng WHO₀₅-TEQ/kg, welche der Kanton VD festgelegt hat). Die Umrechnung ist nicht anwendbar für Böden, deren Grobfraktion Fremdstoffe enthält, da diese organische Schadstoffe enthalten können. Bei Humusgehalten über 15% ist die Gültigkeit der Umrechnung im Einzelfall zu belegen, weil die Schadstoffgehalte nach VBBo dann volumetrisch angegeben werden.

Wichtig ist, dass auch bei Anwendung der obigen Vereinfachung die Vorgaben gemäss [9] eingehalten werden. Abgesehen von der Behörde kann auch ein privater Stakeholder (z.B. eine Deponie, die den Boden annimmt) eine weitere Probenahme/Analyse des zu entsorgenden belasteten Bodenmaterials gemäss VVEA verlangen.

2.3 PCDD/F-Analytik

Nach der Probenvorbereitung wird bei der Dioxin-Analytik im Labor grundsätzlich nicht unterschieden, ob eine Analyse gemäss VBBo oder gemäss VVEA vorliegt. Es ist immer gemäss der Norm DIN EN 16190 zu verfahren und als Standard ist die Soxhlet-Extraktion zu verwenden (siehe Empfehlungen in Anhang 1). Das Labor muss ausserdem nach ISO/IEC 17025 zertifiziert sein. So sollte sichergestellt sein, dass die Labore ihre Methoden verifizieren, deren Validität überwachen und an

Massgebende Normen

Ringversuchen mit anderen Laboren teilnehmen. Andere Extraktions-, Reinigungs- und Messverfahren können eingesetzt werden, wenn damit dieselbe Leistung wie mit dem Referenzverfahren (DIN EN 16190) erzielt werden.

Die Kongenere, deren Konzentration unter der Bestimmungsgrenze liegen, werden als Nullwerte betrachtet, d.h. sie tragen 0 ng TEQ /kg zur Toxizitätsgewichteten Summe der PCDD/F bei.

Zu beachten ist schliesslich, dass gemäss den aktuellen gesetzlichen Grundlagen bei Fragestellungen nach VBBo die Resultate in I-TEQ und bei Fragestellungen nach VVEA und AltIV in WHO₀₅-TEQ angegeben werden müssen. Die Unterschiede zwischen den Summenwerten in I-TEQ und WHO₀₅-TEQ hängen von den vorhandenen Kongeneren ab (siehe Tabelle 1). I-TEQ vs. WHO₀₅-TEQ

In der Region Lausanne kann davon ausgegangen werden, dass die Werte in I-TEQ i.d.R. 10% unter jenen in WHO₀₅-TEQ liegen. Daher haben sich die Waadtländer Behörden dazu entschieden, auch für VBBo-Fragestellungen die Resultate in WHO₀₅-TEQ heranzuziehen, und somit die Verfahren und Kommunikation rund um den Umgang mit der Bodenbelastung zu vereinfachen. VD verwendet nur WHO₀₅-TEQ

Auch wenn im Umfeld von KVA "kein Vorkommen von dl-PCB in hohen Konzentrationen zu erwarten" ist, empfiehlt das BAFU, "dl-PCB zu Beginn stichprobenartig mitzumessen, um sicherzugehen, dass keine relevanten dl-PCB-Konzentrationen unentdeckt bleiben" (siehe Merkblatt in Anhang 1). Im Fall der Region Lausanne hat sich gezeigt, dass dl-PCB vernachlässigt werden können. dl-PCB

Tabelle 1: I-TEF und WHO05-TEF für die Berechnung der TEQ.

Kongener	I-TEF	WHO ₀₅ -TEF
Dioxine		
2,3,7,8-TetraCDD	1	1
1,2,3,7,8-PentaCDD	0.5	1
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0.01	0.01
OctaCDD	0.001	0.0003
Furane		
2,3,7,8-TetraCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PentaCDF	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PentaCDF	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HexaCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HexaCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0.01	0.01
OctaCDF	0.001	0.0003
dl-PCB		
PCB 77	-	0.0001
PCB 81	-	0.0003
PCB 105	-	0.00003
PCB 114	-	0.00003
PCB 118	-	0.00003
PCB 123	-	0.00003
PCB 126	-	0.1
PCB 156	-	0.00003
PCB 157	-	0.00003
PCB 167	-	0.00003
PCB 169	-	0.03
PCB 189	-	0.00003

3 UNTERSUCHUNG UND BEURTEILUNG

3.1 Belasteter Standort nach Artikel 32c USG oder nicht?

Wenn eine Bodenbelastung mit PCDD/F festgestellt wurde, welche durch den Eintrag über den Luftpfad entstanden ist, stellt sich die Frage, welche der beiden Verordnungen (VBBo oder AltIV) anzuwenden ist, um die Belastung zu beurteilen und ggf. Massnahmen zu treffen.

Die Vollzugshilfe "Erstellung des Katasters der belasteten Standorte" [18] liefert eine Orientierungshilfe zur Abgrenzung belasteter Standorte gemäss Altlastenrecht. Aufgrund des Alters der Vollzugshilfe sind darin verschiedene rechtliche Neuerungen (z.B. neuer Anhang 3 AltIV) nicht abgebildet.

Vollzugshilfe Erstellung
KbS 2001

Um die Anwendungsgebiete von AltIV und VBBo klarer darzustellen, schlägt die Arbeitsgruppe zwei überarbeitete Versionen der Figur 4 aus der Vollzugshilfe [18] vor, welche auf die beiden in Anhang 3 Ziffern 1 und 2 AltIV thematisierten Fälle abgestimmt sind (vgl. Abbildung 2 und Abbildung 3).

Überarbeitete
Schemata

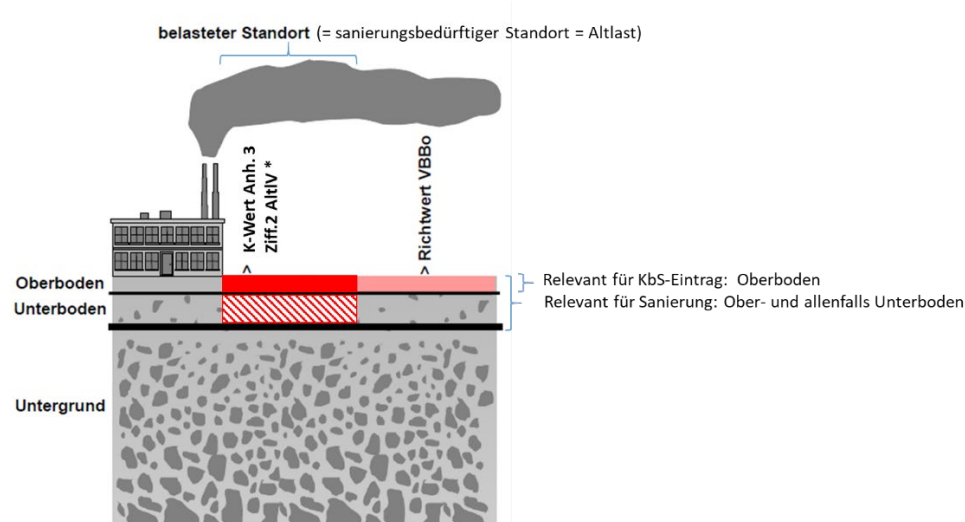


Abbildung 2: Überarbeitete Abbildung aus der Vollzugshilfe [18] für mit PCDD/F belastete Flächen nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV und für den Fall, dass der K-Wert nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV von 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg beträgt (z.B. PCDD/F-Belastung in der Region Lausanne).
* Aktuell für PCDD/F kein Konzentrationswert in Anhang 3 AltIV. Daher Herleitung für den Einzelfall durch die Behörde und Zustimmung des BAFU notwendig.

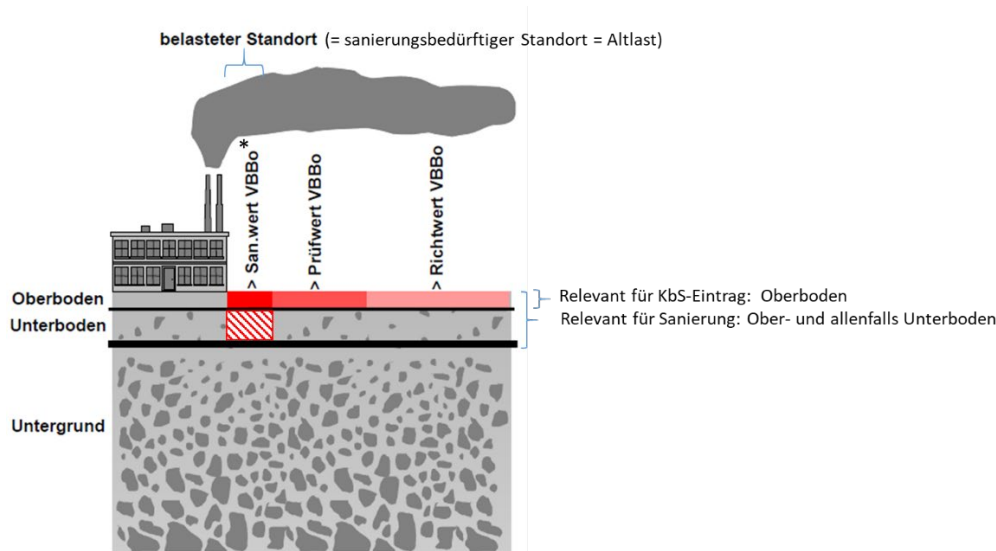


Abbildung 3: Überarbeitete Abbildung aus der Vollzugshilfe [18] für PCDD/F für Standorte bei landwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Nutzung (Anhang 3 Ziffer 1 AltIV)
* mangels eines geeigneten Systems zur Herleitung eines K-Wertes nach Anhang 3 Ziffer 1 AltIV wird der VBBö-Sanierungswert von 1'000 ng I-TEQ/kg verwendet.

Es ist zu beachten, dass die AltIV gegenüber der VBBö eine *lex specialis* ist^{8 9}. Das Altlastenrecht verdrängt somit die Anwendung der Massnahmen nach der VBBö, wenn ein sanierungsbedürftiger belasteter Standort im Sinne von Artikel 32c USG sowie der AltIV vorliegt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass in Erwartung der Sanierungsmassnahmen nach dem Feststellen des altlastenrechtlichen Sanierungsbedarfs keine Möglichkeit zur Gefahrenabwehr besteht. Solange Massnahmen nicht im Widerspruch mit der AltIV stehen, kann auch die VBBö ergänzend angewendet werden. Dies ist insbesondere für Sofortmassnahmen zum Schutz der Umwelt nötig (Artikel 24 Buchstabe a AltIV; z.B. für Nutzungsbeschränkungen nach VBBö bis zur Umsetzung von Sanierungsmassnahmen). Nutzungseinschränkungen ändern jedoch nichts am Sanierungsbedarf (Artikel 12 Absatz 1 AltIV).

AltIV hat "Vorrang" vor VBBö

Je nach Situation kann ein mit PCDD/F belasteter Boden unter die VBBö, die AltIV oder beide Verordnungen gleichzeitig fallen. Für das Beispiel eines Privatgartens mit einer Bodenbelastung zwischen 20 und 1'000 ng TEQ/kg PCDD/F fällt die unter Anhang 3 Ziffer 2 AltIV genannte Nutzung (direkte Bodenaufnahme durch spielende Kinder) unter die AltIV, weil es sich um eine Belastung durch Abfälle bekannten Ursprungs handelt ("*lex specialis*"). Der PCDD/F-Gehalt in diesem Boden überschreitet den Konzentrationswert nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV, womit ein

Verhältnis VBBö-AltIV auf einem Standort

⁸ 1C_609/2014 03.08.2015. https://www.bger.ch/ext/eurospider/live/fr/php/aza/http/index.php?highlight_docid=aza%3A%2F%2F03-08-2015-1C_609-2014&lang=fr&type=show_document&zoom=YES&

⁹ 1C_404/2021 24.02.2022 https://www.bger.ch/ext/eurospider/live/fr/php/aza/http/index.php?highlight_docid=aza%3A%2F%2F04-02-2022-1C_404-2021&lang=fr&zoom=&type=show_document

altlastenrechtlicher Sanierungsbedarf besteht. Der Vollzug auf diesem Standort erfolgt nach dem USG und der AltIV.

Auch wenn der Vollzug bezüglich der Nutzung durch Kinder (direkte Bodenaufnahme) im vorliegenden Beispiel nach AltIV erfolgt, so fallen andere Nutzungen desselben Bodens (z.B. Hühnerhaltung) unter die VBBo. Für diese weiteren Nutzungen sind im genannten Beispiel VBBo-Prüfwerte überschritten, jedoch nicht der VBBo-Sanierungswert für Landwirtschaft und Gartenbau. Der Kanton hat die Gefährdung zu beurteilen und ggf. Nutzungseinschränkungen zu verfügen (vgl. Kap. 3.3). Die AltIV sieht für einen Boden mit PCDD/F-Belastung unter 1'000 ng I-TEQ/kg, d.h. unter dem VBBo-Sanierungswert, welcher als Konzentrationswert nach Anhang 3 Ziffer 1 AltIV verwendet wird (siehe Kap. 1.3), für diese Nutzungen keine Massnahmen vor. Im vorliegenden Beispiel kommt die AltIV daher nicht zur Anwendung. Diese Belastungen sind dann vielmehr nach der VBBo zu beurteilen.

3.2 Erkenntnisse für den Vollzug gemäss AltIV

3.2.1 Welche Kriterien, welche Flächen?

Manche Kriterien zur Anwendung des Konzentrationswertes nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV müssen im Vollzug konkretisiert werden.

- "Kinder":** Die Arbeitsgruppe verzichtet auf die Definition eines exakten numerischen Alterskriteriums; dies selbst dann, wenn manche Kantone sowie die Stadt Lausanne wünschen, dass dies vorgegeben würde. Stattdessen empfiehlt sie die Orientierung an folgenden Prinzipien: der Konzentrationswert des SCAHT wurde für Kinder zwischen 1 und 3 Jahren hergeleitet. Aus der Bundesratsbotschaft vom 16.12.2022 zur Revision des Umweltschutzgesetzes [22] geht hervor, dass Kleinkinder im Alter von 1 bis 3 Jahren im Fokus stehen: "In diesem Alter durchlaufen die Kinder die so genannte "orale Phase", bei der die Umgebung mit dem Mund erkundet wird, und sie führen sehr häufig Hand-zu-Mund-Aktivitäten aus. Im Vergleich zu anderen Altersgruppen verschlucken 1- bis 3-jährige Kleinkinder die grössten Mengen an Staub und Bodenpartikeln. Zudem ist dies auch die Altersgruppenklasse, von der die meisten toxikologischen Daten vorliegen und auf der die Herleitung der Sanierungswerte *[Anm. des Berichtsverfassers: gemeint sind Konzentrationswerte nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV]* beruht."

Die Arbeitsgruppe empfiehlt jedoch, hier eine breitere Auslegung vorzunehmen und den Wert wo sinnvoll auch auf Flächen anzuwenden, welche von etwas älteren Kindern genutzt werden: der der Herleitung des SCAHT zugrundeliegende Aufnahmepfad (Hand-Mund-Kontakte) kann auch noch bei etwas älteren Kindern relevant sein. Ausserdem sollte darauf geachtet werden, dass Kleinkinder auch (regelmässig) auf Flächen spielen können, welche eigentlich für ältere Kinder vorgesehen sind (z.B. Spielplätze bei Schulen).
- "Regelmässig":** die Arbeitsgruppe verzichtet darauf, ein exaktes numerisches Kriterium für die Nutzungshäufigkeit zu definieren, ab welchem eine regelmässige Nutzung gegeben wäre, auch wenn die Stadt Lausanne und der Kanton Waadt sich dies gewünscht hatten. Diese Frage ist allenfalls an anderer Stelle weiter zu diskutieren. Ansonsten müssen die Kantone die Situationen im

Einzelfall beurteilen unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips und der Verhältnismässigkeit. Gemäss Bundesratsbotschaft vom 16.12.2022 zur Revision des Umweltschutzgesetzes [22] bedeutet "regelmässig spielen", "dass auf der betreffenden Fläche dieselben Kinder mehrmals pro Woche Zeit mit Spielen auf dem Boden verbringen und dabei täglich 0.25 g Erde verschlucken. Die Frequenz "täglich" ist angesichts der Wintermonate in der Schweiz eher hoch angesetzt. Andererseits ist die Aufnahmerate eher niedrig bemessen. In einer einzelnen Spielphase können auch ab und zu 2 g Erde verschluckt werden, was gemäss Modellannahmen der Belastung einer ganzen Woche entsprechen würde."

Bei der Beurteilung, welche Flächen als Flächen gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV betrachtet werden sollen, ist es wichtig, dass die Flächen anhand ihrer tatsächlichen und zonenkonform "möglichen" Nutzung beurteilt werden und nicht alleine aufgrund der raumplanerisch vorgesehenen Nutzung. So empfiehlt die Arbeitsgruppe, davon ausgehend, dass Kleinkinder grundsätzlich in Privatgärten spielen können sollten, dass Privatgärten unabhängig vom aktuellen Vorhandensein spielender Kinder als Flächen nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV betrachtet werden sollen (siehe Abbildung 4). Eine Sanierung solcher Flächen erlaubt es auch zu vermeiden, dass erst zu einem späteren Zeitpunkt ein Sanierungsbedarf entsteht (z.B. bei einem Mieter*innenwechsel), was durch die zuständige Behörde sehr schwer zu erkennen wäre. Die aktuelle Nutzung kann aber auch im Zusammenhang mit der Beurteilung der Dringlichkeit bzw. im Hinblick auf die Priorisierung der Sanierungen berücksichtigt werden (z.B. können Gärten von Gebäuden, in denen Familien mit Kleinkindern wohnen, in erster Priorität saniert werden).

Beurteilung anhand
Nutzung

Des Weiteren sind zu kleinräumige Abgrenzungen zu vermeiden, wie z.B. das Aussondern einer Fläche mit Büschen innerhalb eines Privatgartens. Auch wenn auf dieser Fläche aktuell keine Kinder spielen, ist dies nach einem Roden der Büsche durchaus wieder möglich. Im Sinne der langfristigen Wirksamkeit der Sanierungsmassnahmen ist für Privatgärten demnach möglichst der Eintrag der gesamten Gartenfläche in den KbS zu bevorzugen (zumindest des Teils, welcher ohne grösseren baulichen Aufwand wieder einer Nutzung durch spielende Kinder zugeführt werden könnte).

Zu kleinräumige
Abgrenzung vermeiden



Abbildung 4: für Privatgärten müsste die gesamte Bodenfläche des Gartens mit Überschreitung des vorgeschlagenen Konzentrationswertes nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV von 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg PCDD/F als Fläche nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV betrachtet werden, auch wenn auf dieser *aktuell* keine Kinder spielen.

Die Arbeitsgruppe empfiehlt, sich bei der Ausscheidung von Bodenflächen nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV an folgenden Grundsätzen zu orientieren:

Grundsätze
Flächenausscheidung

- wenn eine sensible Nutzung vorhanden ist, ist der Sanierungsbedarf *unabhängig von der raumplanerischen Zone* zu beurteilen (z.B. auch Spielplätze in der Industriezone sind als Spielplätze zu beurteilen). Dieser Grundsatz gilt im Übrigen generell für alle belasteten Standorte, nicht nur für Flächen nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV.
- Nutzungen an Orten, wo der Boden für die direkte Bodenaufnahme nicht zugänglich ist, sind nicht als Flächen nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV zu beurteilen (z.B. Spielplätze mit dauerhaft dichter Abdeckung).
- Bei jeder Änderung (baulich oder Nutzung) ist die Situation in Bezug auf Anhang 3 Ziffer 2 AltIV erneut zu beurteilen.

Um einen Überblick über die von den o.g. Prinzipien betroffenen Flächen zu erlangen, diskutierte die Arbeitsgruppe die **Böden** von folgenden häufigen Flächentypen in Hinblick auf ihre Relevanz als Flächen nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV (kein Anspruch auf Vollständigkeit):

Fläche	Fläche gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV? Steht fest oder ist mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass Kleinkinder dort regelmässig spielen?	Begründung / Bemerkungen
Wohnen		
Hausgärten, Umschwung von bewohnten Gebäuden, inkl. Gemüsegärten.	Ja*	Direkt aus Anhang 3 Ziffer 2 AltIV; es ist davon auszugehen, dass sich dort Kleinkinder regelmässig aufhalten
Böden auf denen Kleinkinder spielen (z.B. Grünflächen), angrenzend an Wohnnutzung	Ja*	Nutzung wohl ähnlich wie Hausumschwung
Kinderbetreuung		
Umschwung von Kinderbetreuungseinrichtungen (Kindergärten, -krippen und -spielgruppen, Gemeinschaftszentren und andere Gebäude mit Kinderbetreuung, inkl. angrenzende Flächen, inkl. wenn im Wald)	Ja*	Direkt aus Anhang 3 Ziffer 2 AltIV; viele Kleinkinder betroffen
Schulgelände	Einzelfallbeurteilung	Es ist zu beurteilen, ob Kleinkinder dort regelmässig spielen
Freizeit		
Spielplätze (auch solche im Wald etc.)	Ja*	Direkt aus Anhang 3 Ziffer 2 AltIV; Viele Kleinkinder betroffen

Schrebergärten, Gemeinschaftsgärten, <i>urban gardening</i>	Ja*	Direkt aus Anhang 3 Ziffer 2 AltIV; es ist davon auszugehen, dass sich dort Kleinkinder regelmässig aufhalten.
Freibäder	Einzelfallbeurteilung	Es ist zu beurteilen, ob Kleinkinder dort regelmässig spielen
Campingplätze	Einzelfallbeurteilung	Es ist zu beurteilen, ob Kleinkinder dort regelmässig spielen. Bodenbedeckung oft nicht vollständig.
Parkanlagen	Einzelfallbeurteilung	Es ist zu beurteilen, ob Kleinkinder dort regelmässig spielen (auf Grundlage der Gestaltung und Infrastruktur der Parkanlage, wie z.B. Bänke, Picknicktische, Spielgeräte).
Sportplätze	Einzelfallbeurteilung	Es ist zu beurteilen, ob Kleinkinder dort regelmässig spielen
Andere Flächen		
Andere Flächen, auf denen Kleinkinder regelmässig spielen	Ja*	Direkt aus Anhang 3 Ziffer 2 AltIV
Industrie- und Gewerbeanlagen	Nein*	Kleinkinder halten sich dort i.d.R. nicht regelmässig auf
Uferbereiche von Gewässern ohne Erholungsfunktion	Nein*	Kleinkinder halten sich dort i.d.R. nicht regelmässig auf
Verkehrsflächenumschwung (Boden bei Parkplätzen, Raststätten, Bahnhöfen o.ä.), Pflanzgruben	Nein*	Kleinkinder halten sich dort i.d.R. nicht regelmässig auf
Wald (ohne spezielle Nutzung für Kinder wie z.B. Spielplätze oder Picknick-Plätze)	Nein*	Kleinkinder halten sich dort i.d.R. nicht regelmässig auf
Landwirtschaftsflächen	Nein*	Kleinkinder halten sich dort i.d.R. nicht regelmässig auf

*Begründetes Abweichen im Einzelfall möglich, z.B. bei Bagatellfällen

3.2.2 Handhabung des Katasters der belasteten Standorte (KbS)

Bei belasteten Standorten nach AltIV mit Bodenbelastungen durch den Luftpfad müssen gemäss der Vollzugshilfe [16] und der Praxis der letzten Jahre nur die Flächen in den KbS aufgenommen werden, welche die Konzentrationswerte für die aktuelle Nutzung gemäss Anhang 3 Ziffer 1 oder Ziffer 2 AltIV überschreiten (vgl. Kap. 1.3 sowie 3.1, Abbildungen 2 und 3).

Vorgehen nach
Vollzugshilfe [18]

In den Diskussionen der Arbeitsgruppe wurde die Idee eines alternativen Verfahrens, das über die Vollzugshilfe [16] hinausgeht, diskutiert. Es könnte darin bestehen, auch belastete Böden in den KbS aufzunehmen, welche keine Flächen gemäss Anhang 3 Ziffer 1 oder 2 sind und/oder deren PCDD/F-Konzentrationen unter dem entsprechenden Konzentrationswert liegen.

Alternatives Verfahren

Auf Wunsch der Arbeitsgruppe und der Vollständigkeit halber wurde dieses alternative Vorgehen neben dem aktuellen, auf der Vollzugshilfe basierenden Verfahren diskutiert und wird im Folgenden mit seinen Vor- und Nachteilen kurz skizziert.

Grundsätzlich ist die gesamte durch den Luftpfad belastete Bodenfläche als *ein* belasteter Betriebsstandort zu betrachten, da sie die gleiche Belastungsquelle und -historie hat, d.h. die zahlreichen, teilweise parzellenscharfen KbS-Einträge sollen zum gleichen Betriebsstandort zählen.

Aktuelle Praxis gemäss Vollzugshilfe [18]

Beim Vorgehen, wie es in der Vollzugshilfe [18] beschrieben ist und in vergleichbaren Fällen bisher übliche Praxis^{10, 11, 12, 13} war, wird der Perimeter des altlastenrechtlichen Sanierungsbedarfs zunächst mit Untersuchungskampagnen identifiziert, ohne die möglicherweise belasteten Flächen zuvor in den KbS einzutragen. Nach der Analysekampagne werden die Bodenflächen mit Überschreitung eines Konzentrationswertes nach Anhang 3 Ziffer 1 oder 2 AltIV und entsprechender Nutzung (siehe Kap. 3.1) als "sanierungsbedürftig" in den KbS

Untersuchung, dann
ggf. KbS-Eintrag

¹⁰ Bodenbelastungsgebiet Dornach SO:

<https://so.ch/verwaltung/bau-und-justizdepartement/amt-fuer-umwelt/boden-untergrund-geologie/boden/bodenbelastungsgebiete/bodenbelastungsgebiet-dornach/>

¹¹ Bodenbelastung Reconvilier/Loveresse BE:

<https://www.bvd.be.ch/fr/start/themen/umwelt/belastete-standorte---altlasten/reconvilier---pollution-des-sols.html>

¹² Quecksilberbelastung Luxram AG, Goldau SZ:

https://www.sz.ch/public/upload/assets/31562/Luxram_Plan.pdf?fp=1510730062350 sowie
https://www.sz.ch/public/upload/assets/60863/USB-Tagung%201_2022_Luxram.pdf?fp=1

¹³ Quecksilberbelastung zwischen Visp und Raron VS:

https://sitonline.vs.ch/environnement/sites_pollues/de/#/?locale=de&E=870787&N=5827532&scale=72224&wkid=102100&layers=World_Hillshade_3689,t.0.3;VectorTile_6451,t.1;VectorTile_2864,t.1;Communes_8487,t.1;MO_4064,t.1;sites_pollues_surface_7123,t.1;sites_pollues_surface_886,t.0.74;sites_pollues_7292,t.1;18a081e9f53-layer-15,t.1

eingetragen, sofern sie nicht sofort saniert werden. Nach der Sanierung wird der Katastereintrag angepasst, d.h. die Flächen werden aus dem KbS gelöscht.

Dieses Vorgehen bietet zwei Hauptvorteile: es basiert auf der Vollzugshilfe [18] und ihrer Zielsetzung (der KbS soll nicht alle über den Luftpfad entstandenen Bodenbelastungen erfassen, sondern die prioritären, bei denen Massnahmen erforderlich sind) und bildet die gängige Praxis ab. Durch den Verzicht des Eintrages vieler Parzellen mit dem Status "untersuchungsbedürftig" (von denen ein Teil nach der Untersuchung aufgrund mangelnder Belastung wieder gelöscht werden muss) wird der Arbeitsaufwand für die zuständige Behörde reduziert (Verfügungen zum Eintrag in den KbS, Rekurse, Löschungen etc.). Zudem können die begrenzten Ressourcen in den Kantonen für konkrete Massnahmen (Untersuchungen und gegebenenfalls Sanierungen) anstatt für administrative Verfahren ohne direkten Mehrwert eingesetzt werden.

Vorteile

Der administrative Aufwand, welcher bei diesem Vorgehen entsteht, hängt vor allem damit zusammen, dass bei notwendigen Untersuchungsmassnahmen die betroffenen Grundeigentümer*innen vorgängig informiert und allenfalls zu Duldung der Massnahmen verpflichtet werden müssen.

Belastete Böden, die keine Nutzung im Sinne von Anhang 3 Ziffer 1 oder 2 AltIV aufweisen und/oder den entsprechenden Konzentrationswert nicht überschreiten, werden nicht im KbS eingetragen, und deren Informationen sind somit nicht öffentlich verfügbar.

KbS enthält nicht alle bekanntermassen belasteten Böden

Die kantonalen Behörden können neben dem in der AltIV geregelten KbS andere Instrumente verwenden, um die Informationen über schadstoffbelastete Böden festzuhalten und den Informationsfluss zu den relevanten Parteien (z.B. den betroffenen kantonalen und kommunalen Behörden sowie den Eigentümer*innen und Bauherr*innen bei Nutzungsänderungen oder Bauvorhaben) sicherzustellen. Es fehlt aber grundsätzlich noch an einer gesetzlichen Grundlage, um diese Informationen auch öffentlich und verbindlich verfügbar zu machen und so z.B. den Informationsbedarf für Information und Vorsorge bei der Verschiebung belasteter Böden im Rahmen von Bauvorhaben zu stillen. Die Erfahrungen aus den Anfängen des KbS zeigen, dass der Mangel an öffentlich zugänglicher Information insbesondere auch im Zusammenhang mit Handänderungen und Bauverfahren zu Problemen führen kann.

Weitere Instrumente für Bodeninformationen

An dieser Stelle gilt es zu bemerken, dass bei einem Bauprojekt Artikel 3 AltIV auch dann zur Anwendung kommt, wenn eine Belastung nicht im KbS eingetragen ist. Wenn nach dem Abschluss des Bauprojekts eine Nutzung nach Anhang 3 Ziffer 1 oder 2 AltIV erfolgen soll und die entsprechenden Konzentrationswerte überschritten wären, würde durch das Bauprojekt ab einem gewissen Zeitpunkt ein sanierungsbedürftiger belasteter Standort entstehen (siehe Kap. 3.2.3, Abbildung 5). Die Behörde müsste dies gemäss Artikel 3 AltIV bereits vor Erteilung der Baubewilligung berücksichtigen und entsprechende Vorsorgemassnahmen anordnen (meist Dekontamination). Ein guter Informationsfluss zwischen kantonalen und kommunalen Behörden ist daher sicherzustellen, damit der Vollzug von Artikel 3 AltIV auch bei Bodenbelastungen, welche nicht im KbS eingetragen und somit nicht öffentlich einsehbar sind im Bewilligungsverfahren nicht vergessen geht.

Anwendung Art. 3 AltIV auch ohne KbS-Eintrag

Die Anordnung solcher Vorsorgemassnahmen nach Artikel 3 AltIV könnte jedoch auf Seite der Bauherrschaft die Frage aufwerfen, weshalb die Belastung nicht im KbS verzeichnet war (insbesondere dann, wenn das Areal erst vor kurzem erworben wurde und die Käuferschaft nicht über die Belastungssituation informiert worden ist). Bei Handänderungen wird nach der aktuellen Praxis beim Thema belastete Standorte oft auf den KbS abgestützt, welcher auch Bestandteil des Katasters der öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB) ist, was bei anderen Karten (z.B. durch die Kantone erstellte Hinweiskarten für Bodenbelastungen) nicht der Fall ist. Beim ÖREB handelt es sich um das offizielle Informationssystem für die wichtigsten öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen. An dieser Stelle ist auch anzufügen, dass es bisher nicht rechtlich vorgesehen ist, Nutzungseinschränkungen und -verbote im Sinne der VBBo im ÖREB zu erfassen. Hierfür fehlen zum Teil noch methodische Vorgaben und rechtliche Grundlagen sowie in vielen Fällen ausreichende Messungen zur Bodenbelastung.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass das BAFU ein minimales Geodatenmodell für die Erfassung der Nutzungseinschränkungen und -verbote nach VBBo erstellen muss, (ID 199 gemäss Anhang 1 der Geoinformationsverordnung (GeoIV), SR 510.620), dass jedoch nicht vorgesehen ist, dass diese Einschränkungen und Verbote auch im ÖREB-Kataster erfasst werden.

Skizze für ein alternatives Vorgehen

In der Arbeitsgruppe wurden auch alternative Vorgehen diskutiert, welche über das in der Vollzugshilfe [18] beschriebene Vorgehen (s.o.) hinausgehen würden. Ein solches Vorgehen wurde bislang – soweit der Arbeitsgruppe bekannt – nicht angewandt.

Dabei würden, entgegen der üblichen Praxis auch über den Luftpfad entstandene Bodenbelastungen in den KbS aufgenommen, welche gemäss AltIV nicht sanierungsbedürftig sind: also Böden, welche keine Flächen gemäss Anhang 3 AltIV sind und/oder welche Belastungen zwischen dem VBBo-Richt- oder Prüfwert und dem AltIV-Konzentrationswert aufweisen. Es könnten auch Böden vor einer Untersuchung in den KbS aufgenommen werden, wenn sie zumindest eine grosse Wahrscheinlichkeit einer Belastung aufweisen würden.

KbS-Eintrag grösser
gefasst

Es wären verschiedene (Sub-)varianten denkbar, wobei in der Arbeitsgruppe kein Konsens gefunden wurde, ob eine Variante (und wenn ja, welche) sich in der Praxis bewähren würde.

Ein Ziel eines solchen Vorgehens gegenüber der aktuellen Praxis nach Vollzugshilfe [18] wäre es, dass auch Flächen mit Belastungen über dem K-Wert, welche im heutigen Zustand mangels Nutzung nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV keinen Sanierungsbedarf auslösen, im KbS enthalten wären. Es gilt dabei jedoch zu bemerken, dass dieser Eintrag auch nur einen Teil der Bodenbelastung erfassen würde. Auch mit dieser Variante wären andere Instrumente neben dem KbS für den Vollzug des Bodenschutzrechts notwendig (zum Beispiel: Hinweiskarte Bodenbelastungen, im Entwurf zur Revision der VBBo vorgesehen). Es dürfte zudem nicht der Eindruck entstehen, dass alle Flächen, welche nicht im KbS vermerkt sind, unbelastet seien.

Ziel: vollständigere
Information über
belastete Böden

Ein wichtiger Nachteil dieses Vorgehens könnte ausserdem im grossen Aufwand für den Eintrag eines grossflächigen untersuchungsbedürftigen Standorts liegen, welcher potenziell tausende Parzellen tangiert. Hinzu kommen Bedenken, dass diese Praxis (z.B. bei einer allfälligen Beschwerde der tangierten Grundeigentümer*innen gegen einen Eintrag im KbS) vor Gericht nicht standhalten könnte, weil sie von der Vollzugshilfe [18] und der bisherigen über 20-jährigen Praxis abweicht. Nachteile

Das BAFU empfiehlt aus diesen Gründen klar das Vorgehen gemäss Vollzugshilfe [18] und damit der bisherigen Praxis.

3.2.3 Vollzug von Artikel 3 AltIV

Gemäss Artikel 3 AltIV dürfen belastete Standorte durch die Erstellung oder Änderung von Bauten und Anlagen nur unter gewissen Bedingungen verändert werden:

Wenn sie nicht sanierungsbedürftig sind, dürfen sie durch das Vorhaben (bauliche Eingriffe oder durch Nutzungsänderungen) nicht sanierungsbedürftig werden (Artikel 3 Buchstabe a AltIV). Wenn sie sanierungsbedürftig sind, darf ihre spätere Sanierung durch das Vorhaben nicht wesentlich erschwert werden oder sie müssen spätestens gleichzeitig mit dem Vorhaben saniert werden (Artikel 3 Buchstabe b AltIV).

Artikel 3 Buchstabe a AltIV

Nach Artikel 3 Buchstabe a AltIV dürfen Bauten oder Anlagen nur verändert werden, wenn dies keinen Sanierungsbedarf zur Folge hat (siehe Beispiel in Abbildung 5). Die Bauherrschaft muss alle Kosten der Vorsorgemassnahmen tragen, die zur Verhinderung eines Sanierungsbedarfs nach AltIV notwendig sind (vgl. auch Vollzugshilfe [23]). Die aktuelle raumplanerische Zone und deren allfällige Anpassung im Rahmen des Vorhabens, spielt diesbezüglich keine Rolle. Relevant ist einzig, ob durch das Vorhaben ein Sanierungsbedarf ausgelöst würde oder nicht.

Nicht nur bauliche Vorhaben, sondern auch reine Nutzungsänderungen (mit oder ohne Anpassung der raumplanerischen Zone) sind nach Artikel 3 AltIV zu prüfen und bedürfen allenfalls entsprechender Vorsorgemassnahmen. Der laufende Altlastenvollzug sowie bisherige Bundesgerichtsurteile stützen diese Praxis ^{14 15}. Auch Nutzungs-
änderungen betroffen

¹⁴ 1C_366/2015 04.07.2016 https://www.bger.ch/ext/eurospider/live/de/php/aza/http/index.php?lang=de&type=highlight_simple_query&page=1&from_date=&to_date=&sort=relevance&insertion_date=&top_subcollection_aza=all&query_words=1C_366%2F2015+&rank=1&azaclir=aza&highlight_docid=aza%3A%2F%2F04-07-2016-1C_366-2015&number_of_ranks=2

Auszug: E. 3.2. „Der Gemeinde (können) nach Art. 32d Absatz 1 USG eventuell Untersuchungs- und Überwachungskosten, nicht aber die Kosten der Dekontamination auferlegt werden, **wenn der belastete Standort im Ausgangszustand nicht sanierungsbedürftig war**, d.h. die Massnahme erst aufgrund des Hochwasser- und Revitalisierungsprojekts "Linth 2000" notwendig wurde.“ (Hervorhebung: Satenig Chadoian, BAFU.)

¹⁵ A-5057/2013 - 2014-07-02 https://entscheide.weblaw.ch/cache.php?link=02-07-2014-a-5057-2013&sel_lang=de

In der Arbeitsgruppe wurde auch die Frage diskutiert, ob nicht im Wesentlichen das Raumplanungsgesetz (oder teilweise auch kantonale Regelungen) definierten, unter welchen Rahmenbedingungen ein Bauprojekt durchgeführt werden dürfe oder nicht. Und zwar in dem Sinne, dass ein Bauherr in einer Bauzone grundsätzlich bauen dürfte, ohne dass er jedoch die Kosten zur Verhinderung eines Sanierungsbedarfs gemäss Artikel 3 Buchstabe a AltIV tragen müsste. Das BAFU verneint dies klar, mit Verweis auf die bisherige Praxis und Rechtsprechung (insbesondere des Bundesgerichts zum Artikel 3 AltIV, siehe im vorherigen Absatz zitierte Entscheide).

Bedeutung der raumplanerischen Zone

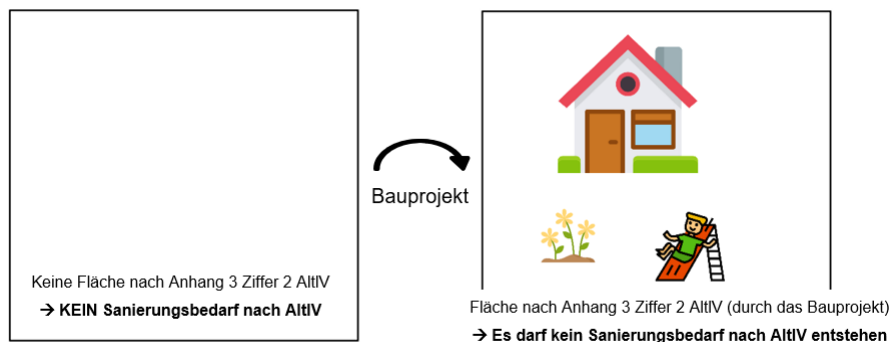


Abbildung 5: Vor dem Bauprojekt (links): es liegt eine Bodenbelastung über dem K-Wert gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV vor, jedoch **keine** Nutzung gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV (z.B. Wiese oder Wald) und somit kein sanierungsbedürftiger Standort. Durch das Bauprojekt würde jedoch ein Sanierungsbedarf entstehen (z.B. Familienhaus mit Garten, rechts). Damit läge ein Fall nach Artikel 3 Buchstabe a AltIV vor. Dies hätte zur Folge, dass die Kosten für die notwendigen Vorsorgemassnahmen (damit kein Sanierungsbedarf entstehen kann: z.B. Dekontamination) zu Lasten der Bauherrschaft gehen und nicht nach Artikel 32d USG verteilt werden könnten.

Artikel 3 Buchstabe b AltIV

Falls bereits vor dem Projekt oder der Nutzungsänderung ein altlastenrechtlicher Sanierungsbedarf vorliegt (vgl. Abbildung 6), liegt ein Fall gemäss Artikel 3 **Buchstabe b** AltIV vor. Eine spätere Sanierung darf durch das Bauprojekt nicht wesentlich erschwert oder verunmöglicht werden. In diesem Beispiel ist davon auszugehen, dass das Bauprojekt eine später durchgeführte Sanierung wesentlich erschweren würde. Die altlastenrechtliche Sanierung sollte daher möglichst vor oder spätestens gleichzeitig mit dem Bauvorhaben durchgeführt werden.

Hierbei handelt es sich um eine Sanierung nach AltIV und die Kostenverteilung erfolgt nach Altlastenrecht gemäss Artikel 32d USG und Artikel 17 Buchstabe d AltIV, da der Sanierungsbedarf nicht durch das Bauprojekt ausgelöst wurde.

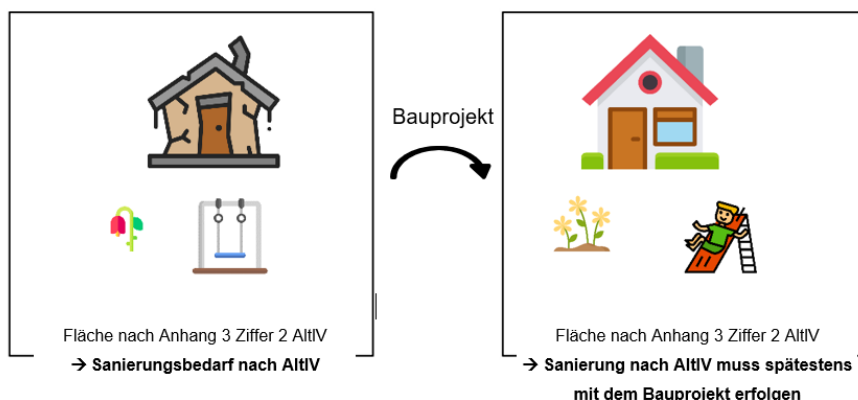


Abbildung 6 : Beispiel für einen Fall nach Artikel 3 Buchstabe b AltIV: Umbau/Ersatzneubau eines bereits bestehenden Wohnhauses mit Privatgarten.
links: es liegt eine Belastung über dem K-Wert sowie eine Nutzung gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV vor. Somit handelt es sich bereits vor dem Bauprojekt um einen sanierungsbedürftigen belasteten Standort nach Artikel 2 Absatz 2 AltIV. rechts: Die Sanierung des Standorts sollte spätestens gleichzeitig mit dem Bauprojekt erfolgen (Artikel 3 Buchstabe b AltIV). Die Kostenverteilung erfolgt gemäss Artikel 32d USG/Artikel 17 Buchstabe d AltIV.

3.3 Erkenntnisse für den Vollzug der VBBo sowie von Sofortmassnahmen nach AltIV bis zur Sanierung

Die Kantone Waadt und Zürich stellten der Arbeitsgruppe einige Massnahmen vor, die im Zusammenhang mit der Anwendung der VBBo für ihre jeweiligen konkreten Fälle ergriffen wurden und die im Folgenden zusammengefasst werden:

Beispiele aus VD und ZH

Nachdem das Problem der Dioxinbelastung der Böden in der Region Lausanne erkannt worden war, führte der Kanton Waadt mehrere aufeinanderfolgende Bodenanalysekampagnen durch¹⁶, um die Ausdehnung des Belastungsperimeters einzugrenzen. Die Belastung in der Region Lausanne ist sehr grossflächig (23 km², Bereich > 5 ng WHO₀₅-TEQ/kg gemäss Modellierung).

Eingrenzung Belastung

Angesichts des Mangels von Daten für die konkrete Gefährdungsabschätzung und der für diese Art von Belastung beispiellosen Ausdehnung, hat der Kanton Waadt Unisanté, das Universitäre Zentrum für Allgemeinmedizin und öffentliche Gesundheit in Lausanne, mit der Bewertung der Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung beauftragt. So wurde gezeigt, dass die Gesundheitsrisiken in der Region Lausanne hauptsächlich mit der direkten Bodenaufnahme sowie dem Verzehr von Lebensmitteln zusammenhängen, die auf diesen belasteten Böden angebaut wurden oder von Tieren stammen, die auf diesen Böden gehalten wurden. Für die Risikoabschätzung und das Risikomanagement nach diesen Expositionsszenarien wurden Risikokalkulationsmodelle entwickelt (siehe Kap.

Arbeiten Unisanté

¹⁶ Für eine Übersicht aller vom Kanton Waadt im Zusammenhang mit der Dioxinbelastung getroffenen Massnahmen siehe:
<https://www.vd.ch/sols-dioxine>

3.3.1 und 3.3.2), mit welchen die Informationslücken für die Gefährdungsabschätzung nach VBBo [27] geschlossen werden konnten.

Diese Arbeiten führten zur Publikation von spezifischen Empfehlungen für die unterschiedlichen potenziellen Belastungsniveaus (Kap. 3.3.3), sowie zum Erlass von Verfügungen über Nutzungseinschränkungen und -verbote (Kap. 3.3.4). Diese Verfügungen wurden nur für Parzellen erlassen, bei denen die Analysen gezeigt haben, dass die effektiven Dioxingehalte im Boden über den Prüf- oder Sanierungswerten nach VBBo liegen (Kap. 3.3.4). Aufgrund der hohen räumlichen Variabilität der Analysenresultate, welche auf die sehr häufige anthropogene Beeinflussung des Bodens im städtischen Umfeld durch die langjährige Bautätigkeit zurückzuführen ist (z.B. in Quartieren, welche nach Auftreten der Belastung erbaut wurden) ist es nicht möglich, Verfügungen nach VBBo auf Flächen zu erlassen, auf welchen die effektiven PCDD/F-Gehalte nicht durch eine Bodenanalyse bestimmt wurden. Für solche Flächen wurden lediglich generelle Empfehlungen ausgesprochen, mithilfe von Karten mit Gesundheitsempfehlungen.

Karten und Verfügungen

Da später klargestellt wurde, dass die Dioxinbelastung des Bodens in der Region Lausanne einen Fall darstellt, der nach AltIV zu behandeln ist, stellen diese Sofortmassnahmen somit eine Anwendung von Artikel 24 Buchstabe a AltIV dar. Im Kontext der Dringlichkeit und in Erwartung der Umsetzung der AltIV wurden die Gesundheitsempfehlungen und die Verfügungen über Nutzungseinschränkungen und -verbote (Artikel 8, 9 und 10 VBBo) als Sofortmassnahmen zur Abwendung von Gesundheitsrisiken, welche durch die aktuelle Nutzung dieser Böden entstehen, ausgesprochen.

Sofortmassnahmen nach Art. 24 Bst. a AltIV

Die Sanierungsmassnahmen gemäss AltIV werden die Bodenbelastung für Standorte in Privat- und Familiengärten, auf Spielplätzen und anderen Orten, an denen Kinder regelmässig spielen, auf unter 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg senken. Dadurch wird die Gefährdung durch direkte Bodenaufnahme, den Zielen der AltIV entsprechend, dauerhaft beseitigt, im Gegensatz zu den Massnahmen der VBBo, die im vorliegenden Kontext (Sofortmassnahmen nach AltIV) nur vorübergehender Natur sind. Für Flächen und Nutzungen, die nicht unter die AltIV fallen, gilt weiterhin nur die VBBo mit ihren Nutzungsempfehlungen, -einschränkungen und -verboten.

Langfristige Lösung: Sanierung nach AltIV

In der Folge der Feststellungen in der Region Lausanne unternahm auch der Kanton Zürich ergänzende Untersuchungen im Umfeld seiner KVA's. An zwei Standorten wurden Belastungen über 20 ng I-TEQ/kg festgestellt. Der Kanton beurteilte die Gefährdungen unmittelbar gemäss Expertensystem des Handbuchs Gefährdungsabschätzung [27]. Umfassende Studien waren aufgrund des geringeren Ausmasses nicht nötig.

Kanton ZH

Einer der betroffenen Standorte befindet sich in einem Naturschutzgebiet und ist für Kinder nicht zugänglich und jegliche landwirtschaftliche Nutzung ist über die entsprechende Schutzverordnung untersagt. Weitere Massnahmen waren gemäss der Fachstelle Bodenschutz nicht erforderlich. Für den zweiten Standort (öffentliche Parkanlage mit Spielflächen) mit Überschreitung des VBBo-Prüfwertes von 20 ng I-TEQ/kg im Oberboden ergab die Bewertung für Teilbereiche eine konkrete Gefährdung für Kinder. Der Kanton Zürich teilte der Stadt Zürich seine Beurteilung mit, worauf diese auf freiwilliger Basis unmittelbar Massnahmen zur Gefährdungsabwehr einleitete sowie die Öffentlichkeit informierte. Zudem wurde ein Sanierungsprojekt ausgearbeitet. In der Parkanlage befinden sich zudem

Ein Standort mit konkreter Gefährdung

Flächen mit PCDD/F-Gehalten im Unterboden >20 ng I-TEQ/kg. Die darüberliegenden Oberböden sind jedoch nicht stark mit Dioxinen belastet, es besteht aktuell also keine konkrete Gefährdung. Der Kanton unternimmt weitere Schritte nach VBBo, da die Ausdehnungs- und Herkunftsbestimmung der Belastung zum Zeitpunkt dieses Berichts noch nicht abgeschlossen ist.

Das Vorgehen in Zürich orientierte sich vollständig an den Vorgaben der VBBo, weil die Fläche im Naturschutzgebiet nicht unter die AltIV fällt und für die Belastung der Parkanlage die Belastungsursache noch nicht abschliessend geklärt ist. In innerstädtischen Gebieten, insbesondere solche mit industrieller Vorgeschichte, können Dioxine durch verschiedene Prozesse und Ereignisse entstanden sein. Zudem lassen sich Schadstoffgradienten um Punktquellen aufgrund der hohen Bauintensität der letzten Jahrzehnte kaum finden. Durch die Umlagerung von Boden kann sich eventuell der Bezug zum Quellenprozess verändert haben.

Vorgehen nach VBBo

3.3.1 Direkte Bodenaufnahme

Für das Risiko der direkten Bodenaufnahme liegen der Prüfwert nach VBBo und der Konzentrationswert nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV (noch nicht in der AltIV, aber mit Zustimmung des BAFU für den Fall in der Region Lausanne festgelegt) bei 20 ng TEQ/kg (VBBo: I-TEQ; AltIV: WHO₀₅-TEQ). Dieser Konzentrationswert basiert auf der Herleitung durch das Schweizerische Zentrum für angewandte Humantoxikologie (SCAHT). Er ist das Ergebnis eines standardisierten, konservativen, auf internationalen Normen basierenden Verfahrens, zur Herleitung von Grenzwerten für alle Schadstoffe in Böden bei der direkten Bodenaufnahme durch Kinder (Anhang 3 Ziffer 2 AltIV, siehe Kap. 1.3). Ziel des Wertes ist es, die Sicherheit der Bevölkerung überall in der Schweiz zu gewährleisten, d.h. dass die Böden auch in Zukunft keine Gefahr für spielende Kinder darstellen. Für die Eigentümer*innen bedeutet dies, dass sie nach der Sanierung nicht mehr mit diesbezüglichen Nutzungseinschränkungen konfrontiert sind.

K-Wert / Prüfwert

Die Risikoanalyse für die direkte Bodenaufnahme in der Region Lausanne wurde von Unisanté anhand weniger strenger Parameter als den vom SCAHT verwendeten durchgeführt, wobei gängige Expositionsszenarien in der Region Lausanne zugrunde gelegt wurden. Ziel war es, die wahrscheinlichsten Risiken in der Region Lausanne zu ermitteln und Empfehlungen sowie kurzfristige Sofortmassnahmen zu erlassen, die bis zur Durchführung von Sanierungsmassnahmen, bis zu welchen mehrere Jahre vergehen werden, realistisch und verhältnismässig sind. Für jede Klasse des Belastungspotenzials wurden Empfehlungen zur Vermeidung der direkten Bodenaufnahme ausgesprochen. Ab Bodengehalten von 115 ng WHO₀₅-TEQ/kg wurde empfohlen, den Aufenthalt in Parks und Gärten einzuschränken.

Unisanté: weniger strenge Parameter

Zwar wurden für viele Standorte Verfügungen zum Verbot der Bodenaufnahme erlassen, doch wurden von den Eigentümer*innen in der Regel keine physischen Zugangsverbote (Zäune) oder Bodenabdeckungen umgesetzt. In Anbetracht der Schlussfolgerungen und Empfehlungen von Unisanté, des Ausmasses der Belastung und der grossen Ausdehnung einiger betroffener Standorte (wie Stadtparks, Wälder usw.) wurde beschlossen, dass der Zugang zu Grünflächen bis zur Sanierung aufrechterhalten werden kann, sofern die Nutzenden über das richtige Verhalten bei der Bodennutzung informiert werden, damit das angestrebte

Flächen zugänglich, Information der Nutzer*innen

Ziel des Gesundheitsschutzes erreicht wird. Daher wurden in öffentlichen Parks mit Kinderspielplätzen Informationstafeln aufgestellt, welche die Nutzenden auf die Dioxinbelastung hinwiesen und sie über die Vorsichtsmassnahmen informierten, die sie ergreifen sollten, um eine direkte Bodenaufnahme zu vermeiden.

Die Beurteilung in Zürich erfolgte nach Prüfwerten und Sanierungswerten der VBBo (siehe Kap. 1.3). Die Gefährdungsabschätzung ergab konkrete Gefährdungen für Kinder bis 6 Jahren. Es wurden binnen 4 Wochen Sofortmassnahmen durch die Stadt eingeleitet, um erstens einen möglichen direkten Bodenkontakt von Kindern zu verhindern und zweitens den Freiraum für die Bevölkerung weiterhin möglichst umfangreich verfügbar zu halten. Konkret wurde auf einer Fläche von rund 0.5 ha der Boden in Spielbereichen mit einem Trennvlies und Holzschnitzeln überdeckt. Sonstige über VBBo-Prüfwert belastete Bereiche wurden mit Flatterband und einer Beschilderung markiert (ca. 0.3 ha). Die Massnahmen sollen bis zur Sanierung, d.h. einen Sommer lang, aufrecht erhalten bleiben. Die Nutzung des Geländes hat sich durch die Massnahmen nur geringfügig verändert. Da die Massnahmen freiwillig erfolgten, wurde keine Verfügung zur Nutzungseinschränkung erlassen. Kanton und Stadt unterstützten einander kommunikativ.

Massnahmen ZH

Schlussendlich wird der Schutz von Kindern vor der direkten Aufnahme von belasteten Böden in der aktuellen Rechtslage sowohl durch die VBBo als auch durch die AltIV sichergestellt. Da das Gesundheitsrisiko durch die direkte Bodenaufnahme durch Kleinkinder in diesem Zusammenhang sehr sensibel ist, müssen bis zur Klärung des Status des Standorts nach AltIV Sofortmassnahmen ergriffen werden. Je nach Status des Standorts können diese Massnahmen entweder durch die Anwendung der Artikel 8, 9 und 10 VBBo oder durch die Anwendung von Artikel 24 Buchstabe a AltIV gerechtfertigt werden. Die beiden Beispiele verdeutlichen, welche unmittelbaren Vollzugsaufgaben bis zu einer altlastenrechtlichen Beurteilung und Sanierung zum Zweck des Schutzes der Öffentlichkeit und Umwelt unmittelbar erfolgen müssen.

Fazit

3.3.2 Hühnerhaltung, Nahrungspflanzenanbau

Für landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzte Standorte beträgt der VBBo-Sanierungswert 1'000 ng I-TEQ/kg. Da für diese Nutzungen kein Konzentrationswert nach Anhang 3 Ziffer 1 AltIV vorliegt, kann der VBBo-Sanierungswert auch zur Beurteilung des Sanierungsbedarfs nach AltIV herangezogen werden (siehe Kap. 1.3). Die in der Region Lausanne und in Zürich gemessenen PCDD/F-Gehalte haben diesen Sanierungswert nicht erreicht.

VBBo-Sanierungswert nicht erreicht

Gemäss den Studien von Unisanté bestehen unterhalb des VBBo-Prüfwertes (20 ng I-TEQ/kg) weiterhin Risiken für den regelmässigen Konsum von Gemüse aus der Familie der Kürbisgewächse und von Eiern, die von Tieren stammen, die auf belasteten Flächen gehalten wurden. Unisanté hat Gesundheitsempfehlungen für den Verzehr von Kürbisgewächsen ab einem Schwellenwert von 13 ng WHO₀₅-TEQ/kg in den Böden formuliert. Für den Verzehr von Eiern wurde nachgewiesen, dass der Höchstgehalt gemäss Kontaminantenverordnung (VHK, [28]) für PCDD/F in Eiern bereits ab einem Gehalt von 5 ng WHO₀₅-TEQ/kg im Boden überschritten werden kann. Der Kanton Waadt hat daher ab diesem Schwellenwert Empfehlungen an private Hühnerhaltende für den Verzehr von Hühnereiern herausgegeben. Bei Geflügelbetrieben wurden Dioxinanalysen in Eiern

Unisanté: Risiken auch unterhalb VBBo-Prüfwert

durchgeführt und bei Überschreitung der Grenzwerte Verfügungen gemäss VHK zur Umsiedlung der Bestände oder zum Verkaufsverbot erlassen.

Bevor die VBBo-Massnahmenwerte für PCDD/F im Boden in Bezug auf die Produktion von Eiern für die gesamte Schweiz revidiert werden, müssen diese Ergebnisse in Relation zu der PCDD/F-Hintergrundbelastung in der Schweiz gesetzt werden, die bei etwa 1.5 ng TEQ/kg liegt (Median; [24], [25] und [26]). Diese Ergebnisse müssen unter anderem bei den laufenden Überlegungen zu einer allfälligen Neudefinition der Massnahmenwerte in der VBBo berücksichtigt werden (vgl. Kap. 1.3).

Prüfung Konsequenzen für VBBo-Massnahmenwerte

Parallel dazu werden von Agroscope Studien durchgeführt, um die Akkumulation von Dioxinen bei Rindern und Schafen zu bewerten, damit die Lebensmittelsicherheit dieser Tierprodukte gewährleistet ist. Eventuell werden in der Region Lausanne Empfehlungen und Massnahmen zum Herdenmanagement für die Haltung dieser Wiederkäuer eingeführt.

Agroscope-Studien zu Wiederkäuern

In Zürich ist es möglich, dass nach Abschluss der Eingrenzung der Belastung ebenfalls Empfehlungen und Nutzungseinschränkungen zu Nahrungs- oder Futterpflanzenanbau erlassen werden. In der betroffenen Parkanlage liegen keine solche Nutzungen vor und sind auch in absehbarer Zeit nicht vorgesehen. Die Bewertung sonstiger betroffener Flächen, zum Beispiel Vorgärten ausserhalb der Parkanlage oder Flächen mit Unterbodenbelastungen, steht noch aus. Auf den bisher untersuchten Böden in dem sehr urbanen Umfeld spielen Nahrungs- und Futterpflanzenanbau zur Selbstversorgung eine untergeordnete Rolle. Die Grundlagenkenntnisse des Kanton Waadt stellen eine wertvolle Hilfestellung für den Vollzug anderer Kantone dar, so auch für die ausstehenden Schritte im Kanton Zürich.

ZH: Nahrungspflanzenanbau nicht betroffen

3.3.3 Informationen: Empfehlungen und Nutzungseinschränkungen

Auf der Grundlage von Analysen von a priori ungestörten Böden und geostatistischen Modellen wurden in der Region Lausanne verschiedene Perimeter mit starkem Belastungsverdacht festgelegt. Diese Perimeter der potenziellen Belastung ermöglichten die Erstellung verschiedener Karten:

Verschiedene Perimeter

- **Karte der Gesundheitsempfehlungen**, erstellt auf Grundlage der Perimeter der verschiedenen Belastungspotenzialklassen.

Anhand der räumlichen Verteilung der PCDD/F-Belastung in der Region Lausanne wurden die Gesundheitsempfehlungen (Punkt 3.3.1 & 3.3.2) für Besitzer*innen von Gemüsegärten, Nutzer*innen von Parks und Gärten und Hühnerhaltende kartographiert. Diese Empfehlungen basieren auf der Studie von Unisanté.

- **Karte Umgang mit abgetragenen Boden:** Perimeter 5 ng WHO₀₅-TEQ/kg (VBBo-Richtwert).

Jede Baustelle innerhalb dieses Perimeters, bei der mit abgetragenen Boden umgegangen wird, weist einen Verdacht auf PCDD/F-Belastung auf und erfordert eine Belastungsuntersuchung gemäss Vollzugshilfe [10], welche in

der Waadtländer kantonalen Richtlinie DCPE 877¹⁷ übersetzt ist. Es handelt sich um ein wesentliches Instrument zur Umsetzung von Artikel 16 VVEA, nach welchem die Bauherrschaft im Rahmen des Baugesuchs ein Entsorgungskonzept für Abfälle (inkl. abgetragener Boden) erarbeiten muss. Solche Karteneinträge gibt es im Kanton Zürich ebenfalls.

- **Karte für Untersuchungs- und Sanierungsbedarf:** Perimeter > 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg (Konzentrationswert gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV für die Region Lausanne).

Innerhalb dieses Perimeters müssen für Privat- und Familiengärten, Spielplätze und andere Orte, an denen regelmässig Kinder spielen, Bodenuntersuchungen durchgeführt werden, um den Sanierungsbedarf gemäss AltIV zu beurteilen. Dieses Instrument wird verwendet, weil gemäss Praxis nach Vollzugshilfe [18] ein KbS-Eintrag erst erfolgt, nachdem Belastung und Nutzung ermittelt worden sind (siehe Kap. 3.2.2).

Diese drei Karten sowie die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen auf öffentlichen Flächen sind auf dem kantonalen Geoportal öffentlich zugänglich¹⁸.

3.3.4 Sanierung nach VBBo

Auf der Grundlage der VBBo können von den Kantonen auf Standorten, auf denen Kinder regelmässig spielen, keine Sanierungen im Sinne von Dekontaminationen angeordnet werden. Der Fall im Kanton Zürich zeigt, wie in solchen Fällen vorgegangen werden kann, wenn die Betreiberin und Besitzerin der Anlage auf eigene Initiative Abklärungen veranlasst und die Sanierung auf freiwilliger Grundlage anstrebt.

VBBo: keine Dekontaminationspflicht

Die Untersuchung erfolgte im Falle Zürich inhaltlich in ähnlicher Weise wie bei belasteten Standorten nach AltIV, jedoch ohne die formellen Verfahrensschritte. Eine Detailuntersuchung zeigte auf, dass die Belastungen auch in tieferen Bodenschichten vorlagen. Aufgrund der geringen Fläche im Vergleich zum Fall im Kanton Waadt sah das Sanierungskonzept die Totaldekontamination als Ziel vor. Jedoch zeigte sich im Variantenstudium, dass davon abgewichen werden sollte: es wurde auf eine Teildekontamination mit einer Restbelastung gezielt, die jedoch gewährleisten konnte, dass zukünftig keine Rekontamination stattfindet. So wird der Schutz der Kleinkinder langfristig gewährleistet. Die Totaldekontamination wurde verworfen, weil ihr geschützte Baumbestände zum Opfer gefallen wären und weil sie nicht mit den Ansprüchen an die Freiraumgestaltung vereinbar war. Das Sanierungsprojekt wurde entsprechend optimiert. Auf allen Flächen, auf denen eine konkrete Gefährdung besteht, soll der Boden vollständig ausgetauscht werden. In

Vorgehen ähnlich zu AltIV, aber freiwillig

¹⁷https://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/sol/fichiers_pdf/DCPE_87_7_20.12.2021.pdf

¹⁸https://www.geo.vd.ch/?center=2539470,1153052&scale=37795&wkid=2056&theme=asiv_d_couleur&mapresources=GEOVD_EAUX,GEOVD_DONNEESBASE&visiblelayers={%22GEOVD_EAUX%22:%22Concentration%20en%20dioxines%20dans%20le%20sol%22,%22Recommandations%20sanitaires%20par%20classe%20de%20pollution%20potentielle%22,%22GEOVD_DONNEESBASE%22:%22Adresses%22,%22Canton%22}}

Bereichen mit empfindlichen Baumbeständen wird der Oberboden so weit wie möglich ausgetauscht. Eine Rekontamination durch Vermischung mit tieferen Schichten wird mittels mineralischer Sperrschichten verhindert.

Auf den oben erwähnten Flächen, wo nur der Unterboden eine Belastung > 20 ng I-TEQ/kg aufweist, der Oberboden jedoch Gehalte < 20 ng I-TEQ/kg aufweist, kann über die Zeit eine Gefährdung entstehen. Dort wird vom Kanton auf Grundlage der VBBo eine Überwachung der Bodenbelastung zu Lasten der Betreiberin und Besitzerin des Standortes verfügt werden. Diese gilt auf unbestimmte Zeit resp. bis zu einer allfälligen weitergehenden Dekontamination. Der Kanton Zürich erachtet dieses Vorgehen als zielführend und verhältnismässig.

Überwachung nach
VBBo

4 SANIERUNG NACH ALTLV

Eine Sanierung nach der Altlastengesetzgebung soll sicherstellen, dass die gemäss Sanierungsverfügung festgelegten Sanierungsziele dauerhaft erreicht werden. Bezogen auf die Nutzung strebt die Sanierung "einen Zustand an, bei dem eine standortübliche Nutzung oder Bewirtschaftung des Bodens wieder möglich ist" [31]. Die Sanierung verfolgt jedoch "nicht das Ziel der kompletten Wiederherstellung aller Bodenfunktionen (keine Multifunktionalität)".

Erreichung
Sanierungsziele

Bevor eine Sanierung einer Fläche gemäss Anhang 3 Ziffer 2 AltIV (> 20 ng WHO₀₅-TEQ/kg im Fall der Region Lausanne) eingeleitet wird, müssen die Sanierungsvarianten bewertet werden, um die optimale Variante für den konkreten Fall zu identifizieren. Diese Bewertung basiert auf den detaillierten Kenntnissen über die Belastung, die durch die Voruntersuchung und die Detailuntersuchung gemäss AltIV gewonnen wurden. Die zu berücksichtigenden Methoden und Kriterien werden im Folgenden mehrheitlich allgemein diskutiert. Teilweise sind aber bereits basierend auf den aktuell vorliegenden Informationen Aussagen dazu möglich, was die Sanierungsmethoden für den Fall der Region Lausanne bedeuten könnten. Dies wird im Kapitel 4.3 beschrieben und diskutiert.

Bewertung
Sanierungsvarianten

Nach der Bewertung der Varianten und der Ermittlung der optimalen Variante muss die Verhältnismässigkeit der Massnahme überprüft werden. Erweist sie sich als nicht verhältnismässig, wird vom Sanierungsziel abgewichen. Obwohl Artikel 15 AltIV dies explizit nur für die Schutzgüter Grundwasser und Oberflächengewässer vorsieht, gilt der Grundsatz der Verhältnismässigkeit für alle Massnahmen des Altlastenrechts und damit auch für Bodensanierungsmassnahmen [31].

Prüfung
Verhältnismässigkeit

Nach der Sanierung muss geprüft werden, ob die Sanierungsziele erreicht worden sind (Erfolgskontrolle).

Erfolgskontrolle

4.1 Sanierungsmethoden und rechtliche Bewertung

Im Folgenden werden verschiedene Sanierungsvarianten (Sanierungsbedarf nach Artikel 12 Absatz 1 AltIV aufgrund einer Überschreitung eines Konzentrationswertes nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV) und deren rechtliche Beurteilung kurz beschrieben.

Die hier vorgestellten Varianten betreffen Fälle mit Sanierungsbedarf bei einer Überschreitung des Konzentrationswertes nach Anhang 3 Ziffer 2 AltIV, d. h. bei einer Gefährdung durch direkte Bodenaufnahme. In den von der Arbeitsgruppe diskutierten Fällen (Region Lausanne und Stadt Zürich) wurden keine Überschreitungen des Konzentrationswertes nach Anhang 3 Ziffer 1 AltIV festgestellt (vgl. Kap. 1.3). Die von der Arbeitsgruppe angesprochenen und unten aufgeführten Sanierungsvarianten wurden rechtlich kurz beurteilt. Die offenen Fragen und Bewertungen hinsichtlich Erreichung der Sanierungsziele, Stand der Technik, Akzeptanz usw. wurden jedoch nicht vertiefter diskutiert. Diese Fragen müssen im Rahmen einer umfassenden Sanierungsvariantenstudie für den konkreten Fall beurteilt werden.

Sanierungsbedarf
hinsichtlich direkte
Bodenaufnahme

Nebst der Begleitung durch eine Altlastenfachperson werden die Arbeiten idealerweise auch von einer fachkundigen Person im Bereich Boden begleitet. Sind die altlastenrechtlichen Sanierungsziele erreicht, sind gegebenenfalls anschliessend weitere Massnahmen nach VBBo umzusetzen.

Begleitung, evtl.
Folgemassnahmen
nach VBBo

- Abtrag von belastetem Boden, Entsorgung (Ablagerung oder Verwertung, mit oder ohne Vorbehandlung), Rekultivierung mit unbelastetem Boden.

Rechtliche Bewertung: zulässig, gängige Praxis. Das Altlastenrecht schreibt keine feste Tiefe vor, bis zu welcher der belastete Boden abgetragen werden muss. Entscheidend ist, dass das Sanierungsziel mit der gewählten Sanierungstiefe nachhaltig erreicht wird. Es muss unbedingt sichergestellt werden, dass, wenn in der Tiefe eine Restbelastung zurückbleibt, keine Rekontamination über den Konzentrationswert der AltIV hinaus möglich ist (insbesondere durch Bioturbation). Wenn dieses Risiko nicht ausgeschlossen werden kann, kann versucht werden, eine Durchmischung z.B. durch den Einbau einer Trennschicht zu unterbinden. Eine einfache Massenbilanz der belasteten und unbelasteten Bodenschichten, unter der Annahme einer vollständigen Durchmischung, kann helfen, das Rekontaminationspotenzial abzuschätzen und die Sanierungstiefe gegebenenfalls anzupassen.

- Ausbringen von abgetragenen unbelasteten Boden auf eine belastete Bodenfläche und Vermischung (z.B. durch Pflügen) mit dem Ziel, die Belastung des Oberbodens zu reduzieren.

Rechtliche Bewertung: Zulässigkeit müsste vertiefter abgeklärt werden.

Eine Vermischung von Abfällen mit dem vorrangigen Ziel, die Schadstoffkonzentration zu senken, ist verboten (Artikel 9 VVEA). Bei Boden, der nicht abgetragen wurde und deshalb nicht als Abfall gilt, gibt es jedoch keine Vorschrift, welche dieses Vorgehen direkt verbieten würde.

Allerdings erscheint es sehr fragwürdig, (grössere) Mengen von unbelastetem Boden zu verunreinigen, nur um mittels Vermischung die durchschnittliche Schadstoffkonzentration am Standort senken zu können. Dieses Vorgehen würde zwar zu einer Reduktion der Exposition führen und hätte keinen Abtrag und Entsorgung von belasteten Böden zur Folge. Jedoch würde die Schadstoffmenge am Standort unverändert bleiben und das Volumen des belasteten Bodens sogar zunehmen, was der Zielsetzung, den Boden als knappes, wertvolles und schützenswertes Gut zu schützen, zuwiderlaufen würde und höhere Abfallmengen generieren würde, falls der Boden abgetragen werden muss.

- Direkter Einbau von unbelastetem Boden über belastetem Boden ohne vorherige Dekontamination

Rechtliche Bewertung: Grundsätzlich zulässig, aber nur bei geringen Überschreitungen der Konzentrationswerte auch sinnvoll. Es ist wichtig, sorgfältig zu prüfen, ob die Ziele der Sanierung langfristig erreicht werden können (z.B. dass die Bioturbation nicht zu einem Anstieg der Schadstoffgehalte im Oberboden über den als Sanierungsziel festgelegten Gehalt führt). Bei zu hohem Rekontaminationspotenzial müsste das Schadstoffpotenzial vorab durch Abtrag reduziert werden (siehe erster Punkt). Die Einbaumächtigkeit ist möglicherweise aufgrund der sich daraus ergebenden Terrainerhöhung gegenüber der Umgebung eingeschränkt.

- Vergraben von belastetem Boden: Abtrag von belastetem Oberboden, anschliessendes Vergraben unter der darunterliegenden, unbelasteten oder wenig belasteten Bodenschicht (siehe Bericht [29])
Rechtliche Bewertung: Verursacht eine langfristige Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit (Aspekte "Aufbau" und "Mächtigkeit", siehe Artikel 2 Absatz 1 Buchstabe a VBBo), daher Verwertung des Bodens gemäss Artikel 7 Absatz 2 Buchstabe a VBBo nicht zulässig.
- Aufgabe der sensiblen Nutzung (Kinderspielfläche) zugunsten einer nicht-sensiblen, zonenkonformen Nutzung.
Rechtliche Bewertung: zulässig. Kann via öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen oder Umzonungen durchgesetzt werden, um das Risiko einer Exposition langfristig auszuschliessen. Durch die Aufgabe der Nutzung entfällt der Sanierungsbedarf nach AltIV. In der Folge sind Massnahmen gemäss VBBo anwendbar, ggf. sind Nutzungseinschränkungen behördlich zu erlassen.
- Thermische In-situ-Behandlung.
Rechtliche Bewertung: zulässig
- Chemisch-physikalische In-situ-Behandlung.
Rechtliche Bewertung: zulässig. Bei einer langen Dauer bis zum Erreichen des Sanierungsziels sind allenfalls begleitende Massnahmen zur Gefährdungsabwehr während der Behandlung erforderlich.
- In-situ-Behandlung mit Organismen, die vor Ort vorkommen (natives Mikrobiom), eventuell mit Stimulation.
Rechtliche Bewertung: zulässig. Es ist von einer langen Dauer bis zum Erreichen des Sanierungsziel auszugehen. Allenfalls sind begleitende Massnahmen zur Gefährdungsabwehr während der Behandlung erforderlich.
- In-situ-Behandlung mit zugeführten Mikroorganismen, Pilzen oder Pflanzen.
Rechtliche Bewertung: zulässig vorbehaltlich der Zulässigkeit gemäss ChemRRV, GSchV, FrSV. Es ist von einer langen Dauer bis zum Erreichen des Sanierungsziel auszugehen. Allenfalls sind begleitende Massnahmen zur Gefährdungsabwehr während der Behandlung erforderlich.

4.2 Kriterien für die Bewertung

Die Beurteilung von Sanierungsvarianten gemäss AltIV wird in der Vollzugshilfe [30] detailliert beschrieben. Sie basiert auf detaillierten Kenntnissen der Belastungssituation, die durch die Voruntersuchung und die Detailuntersuchung gemäss AltIV gewonnen wurden.

Grundlage: Kenntnis Belastungssituation

Die Variantenstudie beginnt mit der Ermittlung der möglichen Sanierungsmassnahmen. Diese Liste möglicher Massnahmen wird dann auf die Massnahmen reduziert, die in Anbetracht der vorgefundenen Belastungssituation technisch machbar sind. Aus diesen Massnahmen werden Sanierungsvarianten erarbeitet (allenfalls als Verfahrenskombinationen).

Stufen der Beurteilung

Diese Varianten werden in der Folge anhand der folgenden Kriterien mit ihren Kriterien und jeweiligen Unterkriterien bewertet: Unterkriterien

- **Machbarkeit und Wirksamkeit**
 - Stand der Technik / Erfolgsaussichten
 - Kontrollierbarkeit
 - Erforderliche Infrastruktur
 - Arbeitssicherheit / Gesundheitsschutz
 - Flexibilität
 - Akzeptanz
- **Umweltfreundlichkeit und ökologischer Nutzen**
 - Schonung der Ressourcen und des verfügbaren Deponieraums
 - Schadstoffpotenzial
 - Bedarf und Dauer der Nachkontrolle / Überwachung
 - Energieverbrauch
 - Emissionen (Luftschadstoffe, Lärm, Staub und Gerüche)
- **Kosten**
 - Realisierungskosten (einmalig)
 - Unterhalts- und Betriebskosten (wiederkehrend)
 - Abschlusskosten (einmalig)

Die Liste der Kriterien nach der Vollzugshilfe [30] ist nicht abschliessend. Es können auch andere Kriterien berücksichtigt werden, z. B.:

- Erhaltung oder sogar Verbesserung der Bodenfunktionen (Teil des Kriteriums "*Umweltfreundlichkeit und ökologischer Nutzen*")
- Weitere Kriterien

4.3 Sanierungsvarianten im Fall der Region Lausanne

Wie im Kapitel 4.1 beschrieben, wird im Zusammenhang mit Bodensanierungen i.d.R. die Methode Bodenaustausch angewendet. Dabei wird die belastete Bodenschicht abgetragen, allenfalls in einer Anlage (nassmechanisch oder thermisch) behandelt und das Material anschliessend grösstenteils in einer Deponie abgelagert oder soweit möglich und sinnvoll auch verwertet. Anschliessend wird der Sanierungsperimeter mit unbelastetem Boden rekultiviert. Im Fall der Quecksilberbelastungen im Wallis hat sich aber bereits gezeigt, dass die Methode bei grossflächigen Belastungen an ihre Grenzen stösst, da einerseits grosse Abfallströme generiert werden und oft auch der für die Rekultivierung notwendige

Bodenaustausch oft Methode der Wahl

Boden in der gewünschten Qualität und dem gewünschten Zeitfenster nicht verfügbar ist.

Aktuelle Schätzungen für den Fall der Region Lausanne gehen davon aus, dass 1'200'000 m³ Boden potenziell belastet sind. Der Bodenaustausch ist zwar eine effiziente und schnelle Sanierungsmethode (vorbehältlich der Bedingungen für die Regeneration des wiedereingebrachten Bodens), stellt jedoch in grossem Massstab grosse logistische Herausforderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit von unbelastetem Boden und des erforderlichen Deponievolumens dar. Es ist hervorzuheben, dass bei der Belastung in der Region Lausanne die Ablagerung der am stärksten belasteten Bodenschicht (A-Horizont) aufgrund ihres natürlicherweise hohen Gehalts an organischem Material limitiert ist. Das meiste belastete Bodenmaterial ist nur auf Deponien des Typs E zugelassen, welche nicht für diese Art von Material vorgesehen sind. Aufgrund der grossen Bodenmengen, die abgetragen, transportiert und ersetzt werden müssen, ist ausserdem mit grossen Umweltauswirkungen durch den Bodenaustausch zu rechnen.

Ausmass des Falles
Lausanne

Deshalb werden aktuell für den Fall der Region Lausanne intensive Abklärungen und Diskussionen zu weiteren möglichen Sanierungsmassnahmen durchgeführt. Diese Massnahmen müssen beurteilt werden, um insbesondere ihre Wirksamkeit, die zur Erreichung des Sanierungsziels erforderliche Dauer und ihre Auswirkungen auf die Bodenfunktionen zu ermitteln, welche im urbanen Raum der Region Lausanne essenziell sind (z.B. Regulation des Wasserhaushalts zur Vermeidung von Oberflächenabfluss). Je nach Nutzung der Standorte könnten einige Methoden nicht geeignet sein. Beispielsweise könnten Sanierungsmethoden mit langwierigen Behandlungen (z. B. Bioremediation) nur teilweise geeignet sein, wenn man an Gärten in Wohngebieten oder Spielplätze denkt. Denn bis das Sanierungsziel erreicht ist, was durchaus mehrere Jahrzehnte dauern kann, müsste die Behörde Nutzungseinschränkungen und -verbote anordnen und für deren Durchsetzung sorgen, was sich als schwierig erweist. Solche langwierigen Sanierungsmassnahmen wären auch für Eigentümer*innen schwer akzeptabel. Bei thermischen Methoden ist zudem zu beachten, dass nicht nur die Schadstoffe zerstört werden, sondern auch die natürliche Bodenstruktur unwiederbringlich zerstört wird. Bei der Behandlung entsteht also ein Substrat, das die natürlichen Bodenfunktionen nur sehr eingeschränkt erfüllen kann. Bei anderen Methoden mit möglichen Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit, wie der Überdeckung mit unbelastetem Boden, müssen die Anforderungen an die Bodenfruchtbarkeit sowie die technische Sinnhaftigkeit, die Nachvollziehbarkeit sowie die rechtliche Machbarkeit beurteilt werden.

Suche nach
alternativen
Sanierungsmethoden

Insgesamt kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass der Bodenaustausch nach heutigem Wissensstand die effizienteste Methode ist, um die Ziele der AltIV unter Berücksichtigung der Vorgaben der VVEA und VBBo zu erreichen. Er bringt jedoch insbesondere logistisch und ökologisch grosse Schwierigkeiten mit sich. Es muss daher geklärt werden, unter welchen allgemeinen Bedingungen und Voraussetzungen andere Sanierungsmethoden angewendet werden können (siehe Kap. 4.1). In Abhängigkeit von der konkreten Situation ist zu prüfen, welche Sanierungsmassnahme für welchen Standort optimal ist.

Fazit

5 AUSBLICK

Der Bericht stellt den Stand der Diskussion und des Wissens in der Arbeitsgruppe Stand: Ende 2023
per Ende 2023 dar.

Wichtige Fragen für den Vollzug, welche im Rahmen der Arbeitsgruppe nicht geklärt Offene Fragen
werden konnten, sollen an anderer Stelle weiterdiskutiert und geklärt werden (siehe
Anhang 2).

Weitere Erkenntnisse zur Anwendbarkeit der Sanierungsmethoden werden im Pilotprojekte VD
Rahmen von Pilotprojekten generiert, welche der Kanton Vaud initiiert hat.

Das Postulat Suter (NR 21.4225, siehe Kap. 1.1) wird separat beantwortet. Der Antwort auf Po. Suter
Antwortbericht soll voraussichtlich im Sommer 2024 publiziert werden. Gleichzeitig
publiziert wird ein Expertenbericht im Auftrag des BAFU [4] mit einer Übersicht der
Untersuchungen von PCDD/F in Böden rund um KVAs in der Schweiz.

Zürich, 23. Mai 2024



Leonard Zourek
MSc ETH Umwelt-Natw.

Projektleiter



Martin Hoffmann
Dipl.-Chemiker, Dr. sc. ETH

Bereichsleiter Altlasten

ANHANG

- Anhang 1 Merkblatt "Empfehlungen zur Analyse von Dibenzodioxinen" und -furanen PCDD/F ("Dioxine") in Böden". Bundesamt für Umwelt (BAFU), 14. Januar 2022.
- Anhang 2 Liste offener Fragen, welche ausserhalb der Arbeitsgruppe diskutiert werden sollen

ANHANG 1

Merkblatt "Empfehlungen zur Analyse von Dibenzodioxinen" und -furanen (PCDD/F, "Dioxine") in Böden". BAFU, 14.01.2022.



Merkblatt: Empfehlungen zur Analyse von Dibenzodioxinen und -furanen PCDD/F («Dioxine») in Böden

14.1.2022

Aktenzeichen: BAFU-357.22-45655/5/3/2/4/1

Extraktions- und Analysemethode

Es wird empfohlen, mit Soxhlet-Extraktion zu arbeiten. In jedem Fall muss das Labor mit den Ergebnissen auch eine detaillierte Beschreibung der Extraktionsmethode liefern.

Dioxine in Bodenproben, welche nach VBBo [1] analysiert werden, sind im Prinzip gemäss der BAFU-Wegleitung von 2001 zu Dioxinen [2] zu analysieren. Die Proben sollen bei 40°C getrocknet werden und auf <2mm gesiebt werden. Der Wassergehalt und der Anteil der Fraktion >2mm sollen auf dem Analysebericht des Labors angegeben werden. Für die Analyse von Dioxinen in Bodenproben **soll die Soxhlet-Extraktion**, wie in der Wegleitung [2] beschrieben, **verwendet werden**; sie ist weiterhin die Standardmethode in der Schweiz und es ist vorgesehen, sie auch in die Wegleitung «Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich» [3] aufzunehmen.

Gemäss der **DIN-EN-Norm 16190** können jedoch andere Extraktionsverfahren verwendet werden, falls plausibel aufgezeigt werden kann, dass diese die gleiche Leistung erreichen. Das heisst insbesondere, dass das Verfahren validiert ist (d.h. das Labor dafür an regelmässigen Ringversuchen resp. Laborvergleichen teilgenommen hat) sowie die Resultate bei der Validierung im Rahmen der üblichen Messunsicherheit von ähnlichen Verfahren liegen (z.B. bei Feststoffproben von organischen Schadstoffen im Spurenbereich). Das Labor muss nachweisen, dass es nach **ISO 17025** zertifiziert ist. Zudem muss es in jedem Fall offenlegen, welches Extraktionsverfahren es im konkreten Fall angewendet hat und dieses beschreiben. Dies kann insbesondere auch relevant sein, wenn ältere Analyseergebnisse vorliegen, welche mit anderen Extraktionsmethoden (z.B. der beschleunigten Lösungsmittlextraktion, engl. accelerated solvent extraction, ASE) und nicht mit Soxhlet-Extraktion erzielt wurden.

Berechnung der toxischen Äquivalente (TEQ)

Das Labor hat die Ergebnisse sowohl in I-TEQ als auch in WHO₀₅-TEQ anzugeben. Die Behörde kann so mit Hilfe der untenstehenden Tabelle die Konzentrationen mit den rechtlichen Grundlagen vergleichen.

Die Konzentrationen der einzelnen PCDD/F-Kongenere werden mithilfe sogenannter Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) in TEQ umgerechnet. Diese Faktoren bilden die unterschiedliche Toxizität der Kongenere ab und wurden zuletzt 2005 von der WHO entsprechend den neuesten Kenntnissen zur Toxizität aktualisiert; daneben sind aber auch noch ältere TEF in Verwendung.

Bundesamt für Umwelt BAFU
Worblentalstrasse 68
3063 Ittigen
Postadresse: 3003 Bern



- Die VBBo-Grenzwerte wurden in **I-TEQ (TEF der NATO 1988)** definiert, welche mithilfe der I-TEF in Tabelle 8 der Wegleitung [2] berechnet werden.
- Die Grenzwerte in der AltIV [4] und VVEA [5], welche im Einzelfall genehmigt werden, sind in **WHO₀₅-TEQ (TEF der WHO 2005)** definiert und werden anhand der TEF in Tabelle 8 der Vollzugshilfe [3] berechnet. Hierbei gilt es zu beachten, dass der AltIV-Wert neben den 17 Kongeneren aus der VBBo *auch 12 dl-PCB (dioxin-like PCB)* enthält. Grundsätzlich ist im Umfeld von KVA kein Vorkommen von dl-PCB in hohen Konzentrationen zu erwarten. Dennoch empfiehlt das BAFU, dl-PCB zu Beginn stichprobenartig mitzumessen, um sicherzugehen, dass keine relevanten dl-PCB-Konzentrationen unentdeckt bleiben.

Um das Arbeiten mit den Analyseergebnissen zu vereinfachen, lohnt es sich, die Labore anzuweisen, die Summe der PCDD/F in den Analyseberichten **sowohl in I-TEQ als auch in WHO₀₅-TEQ** anzugeben. Anschliessend müssen die für die Fragestellung und den rechtlichen Kontext geeigneten TEF ausgewählt werden. Dies wird in der untenstehenden Tabelle illustriert. Die Unterschiede zwischen den I-TEQ-Werten und den WHO₀₅-TEQ-Werten variieren je nach der vorliegenden Belastung. Man kann davon ausgehen, dass bei Standorten die durch KVA belastet sind, die Werte gemäss I-TEQ etwa 10% unter denjenigen gemäss WHO₀₅-TEQ liegen.

Anwendungsfall	WHO ₀₅ -TEF	I-TEF
Beurteilung nach VBBo		✓
Beurteilung nach AltIV	✓ Im Einzelfall genehmigte Konzentrationswerte in WHO ₀₅ -TEQ	
Beurteilung von Boden im Hinblick auf Verwertung		✓ Um festzustellen, ob der Boden verwertet oder entsorgt werden kann/muss (Art. 18 VVEA bezieht sich auf VBBo-Werte, welche in I-TEQ definiert sind)
Beurteilung von Boden im Hinblick auf Entsorgung	✓ Im Einzelfall genehmigte Grenzwerte für Deponien Typ B und E in WHO ₀₅ -TEQ	✓ Bei Entsorgung in Deponie Typ A, falls der Boden ausnahmsweise nicht verwertet wird (Anhang 5 Art. 1 Bst. c VVEA bezieht sich auf den VBBo-Richtwert, welcher in I-TEQ definiert ist)
Beurteilung von Aushubmaterial	✓ Im Einzelfall genehmigte Grenzwerte für Deponien Typ A, B und E in WHO ₀₅ -TEQ	

Diese detaillierte Übersicht (sowie das ganze Merkblatt) dient als Information für die kantonalen Behörden. Der Kanton kann diese Informationen für seine Kommunikation natürlich vereinfachen oder durch zusätzliche Erklärungen ergänzen.

Berücksichtigung der Bestimmungsgrenze (BG) bei der Berechnung der Summe der Dioxine

Konzentrationen von Kongeneren <BG werden als Nullwerte betrachtet.

Die Kongenere, deren Konzentration unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze liegen (je nach Kongener: 1 - 10 ng/kg TS), werden als Nullwerte betrachtet, d.h. sie fliessen mit 0 ng/kg in die toxizitätsgewichtete Gesamtsumme der Dioxine ein.

Ansonsten würden auch unbelastete Bodenproben aus rechnerischen Gründen eine Dioxinbelastung aufweisen. Dieser Punkt ist besonders im Zusammenhang mit Aushubmaterial relevant, welches Dioxingehalte im Bereich des Grenzwertes für Deponien des Typs A aufweist.

Beträgt die toxizitätsgewichtete Gesamtsumme der Dioxine weniger als 1 ng TEQ/kg TS gilt das Aushubmaterial als unverschmutzt bzw. es wird als ohne Gefährdung für die menschliche Gesundheit angesehen. Übersteigt die Summe der Dioxine diesen Wert, ist das Aushubmaterial als dioxinhaltig zu klassieren. Die Bestimmungsgrenze von 1 ng TEQ/kg TS ergibt sich aus dem Umstand, dass bei Dioxinen eine Hintergrundbelastung angenommen werden muss. Mit der Einrechnung der Toxizitätsäquivalenzfaktoren in die Summen-Bestimmungsgrenze ist gewährleistet, dass allfällige minime Restbelastungen gesundheitlich unbedenklich sind.

Referenzen

1. Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998 (VBBo, SR 814.12).
2. BAFU (2001) Bestimmung von polychlorierten Dioxinen und Furanen in Böden. VU-4810-D.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/publikationen-studien/publikationen/bestimmung-polychlorierten-dioxinen-furanen-boeden.html>
3. BAFU (2017) Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. Umwelt-Vollzug. UV-1715-D.
<https://www.bafu.admin.ch/uv-1715-d>
4. Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten vom 26. August 1998 (AltIV, SR 814.680).
5. Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen vom 4. Dezember 2015 (VVEA, SR 814.600).

ANHANG 2

Liste offener Fragen, welche ausserhalb der Arbeitsgruppe diskutiert werden sollen

Themenbereich	Wo zu diskutieren?
Untersuchung / Beurteilung	
Hinweiskarten Bodenbelastung zur Steuerung der Verschiebung belasteter Böden: rechtliche Verankerung.	ReviSol (interne Karten, Stand : erste Ämterkonsultation)
Karten effektiv gemessener Bodenbelastungen, unabhängig von den Schadstoffgehalten: welches Instrument für den Informationserhalt?	ReviSol (interne Karten, Stand : erste Ämterkonsultation)
Verzeichnis der Nutzungseinschränkungen nach VBBo in Folge einer Gefährdungsabschätzung	AGIR (gemäss Anhang 3 GeolV und Artikel 13 Absatz 3 VBBo gibt das BAFU das Geodatenmodell vor)
Überwachung	
Überwachung gemäss Artikel 4 VBBo (bei Überschreitung des Richtwerts), in welchen Fällen, welche Massnahmen?	offen
Abfallentsorgung	
Zulässigkeit von abgetragenen Bodenmaterial mit hohen Gehalten an organischer Substanz (TOC, DOC) auf Deponien?	ReviSol (Problembeschreibung), dann BAFU-intern (in Erarbeitung)
Vorschläge VD	
Alternative Sanierungsmethoden, mit denen der Expositionsweg unterbrochen werden kann (Verdünnung, Abdeckung, Umschichtung usw.): rechtliche Machbarkeit? Handlungsspielraum der Kantone?	Kanton VD - BAFU
Definition von Mindestanforderung an zu erfüllende Bodenfunktionen bei Verwertung von Boden in städtischen Gebieten. Rechtliche Machbarkeit im Hinblick auf die geltenden Regeln für die Verwertung von Boden?	offen
Vollzug von Artikel 3 AltIV in Bauzonen: Beurteilung Sanierungsbedarf nach raumplanerischer Zone oder nach Nutzung? Rechtliche Abklärungen im Hinblick auf das RPG?	offen
Vorschläge ZH	
Evaluation der Umsetzbarkeit der avisierten neuen K-Werte in Anhang 3 Ziffer 2 AltIV.	Evtl. Arbeitsgruppe "Vollzugsfragen Revision AltIV" ?