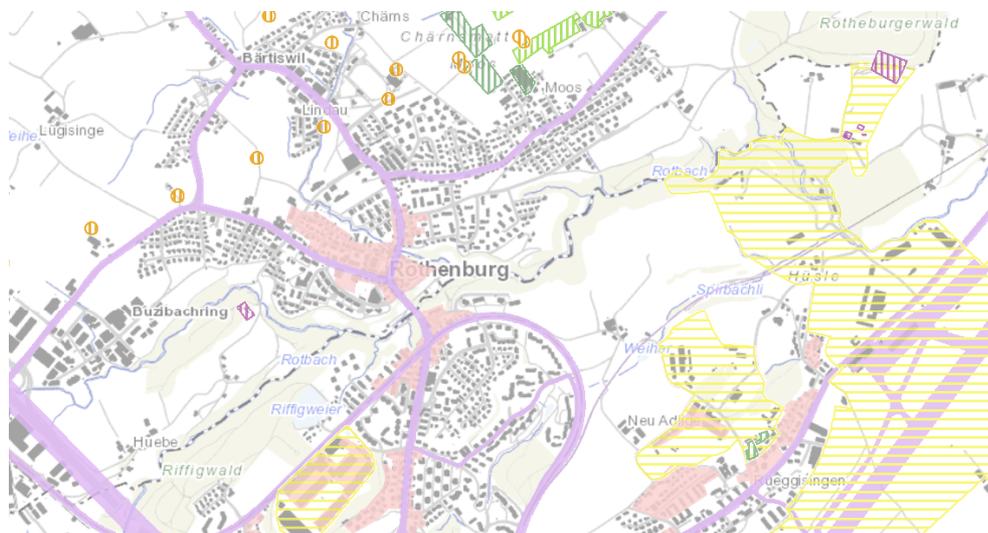




UMWELTFACHSTELLEN

KANONTALE BODENÜBERWACHUNG (KABO ZCH)

Entwicklung Belastungshinweiskarte BHK: Standard für Kantone KABO ZCH



myx GmbH
Florastrasse 42
8610 Uster

myx Bodenökologie
Umweltberatung

T 043 399 03 80
F 043 399 03 81
info@myx.ch

Uster, 31. August 2020

Impressum

Projekt Nr.

1901

Projektleitung:

Fabian Züst

Bearbeitung:

Fabian Züst, Olivier Heller, Oliver Hunziker

Qualitätssicherung:

Martin Zürrer

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | ZUSAMMENFASSUNG | 3 |
| 2 | EINFÜHRUNG | 4 |
| 2.1 | Begriffe und Abkürzungen | 4 |
| 2.2 | Vorgehen zur Definition des ZCH Standards | 4 |
| 2.3 | Priorisierung der Belastungshinweise | 5 |
| 3 | BEURTEILUNG DER BELASTUNGSHINWEISE UND DER KATEGORISIERUNG | 6 |
| 4 | TRENNKRITERIEN ZUR AUSSCHIEDUNG DER BELASTUNGSHINWEISE | 8 |
| 4.1 | Belastungshinweisgruppe Verkehrsanlagen | 8 |
| 4.1.1 | Strassen | 8 |
| 4.1.2 | Eisenbahnlinien | 9 |
| 4.1.3 | Tunnelentlüftungen | 9 |
| 4.1.4 | Versickerungsbecken | 10 |
| 4.1.5 | Eisenbahnareale | 10 |
| 4.1.6 | Flugplätze | 10 |
| 4.2 | Belastungshinweisgruppe Intensivkulturen | 11 |
| 4.2.1 | Familiengärten | 11 |
| 4.2.2 | Gärtnerereien | 11 |
| 4.2.3 | Rebberge | 12 |
| 4.2.4 | Baumschulen | 12 |
| 4.2.5 | Obstanlagen | 12 |
| 4.3 | Belastungshinweisgruppe Siedlungsgebiete | 13 |
| 4.3.1 | Altbaugebiete | 13 |
| 4.3.2 | Nutzungszonen | 14 |
| 4.3.3 | Schadstoffemittierende Anlagen | 14 |
| 4.4 | Belastungshinweisgruppe Korrosionsschutzobjekte | 15 |
| 4.4.1 | Metallbrücken | 15 |
| 4.4.2 | Strommasten | 15 |
| 4.4.3 | Bergbahnmasten | 16 |
| 4.4.4 | Metalltanks | 16 |
| 4.4.5 | Umspannwerke | 16 |

| | |
|---|----|
| Entwicklung Belastungshinweiskarte BHK: Standard für Kantone der KABO ZCH | 2 |
| 4.4.6 Antennen | 17 |
| 4.5 Belastungshinweisgruppe Schiessanlagen | 17 |
| 4.5.1 Schiessstände | 17 |
| 4.5.2 Jagdschiessanlagen | 17 |
| 4.5.3 Militärische Anlagen | 18 |
| 4.6 Belastungshinweisgruppe Diverse Hinweise | 18 |
| 4.6.1 Ausbringflächen | 18 |
| 4.6.2 Holzmasten | 19 |
| 4.6.3 Geogene Belastungen | 19 |
| 5 RELEVANTE UND WEITERE SCHADSTOFFE | 20 |
| 6 VERZEICHNISSE | 22 |
| 6.1 Abkürzungen | 22 |
| 6.2 Quellen | 23 |
| ANHANG | 24 |

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Bericht ergänzt das Vollzugskonzept Umgang mit belasteten Böden der Kantonalen Bodenüberwachung der Zentralschweizer Kantone (KABO ZCH) vom 31. August 2020 in Form einer Her- und Anleitung zur Erarbeitung der Belastungshinweiskarten.

Das Vollzugskonzept setzt das Vorhandensein einer Hinweiskarte zu Bodenbelastungen - kurz Belastungshinweiskarte BHK – voraus. Die drei Kantone Luzern, Uri und Zug verfügen über eine BHK. Dabei unterscheiden sich die BHK im Umfang der berücksichtigten Belastungshinweise, bei der räumlichen Abgrenzung und bei der Auswahl von primären und sekundären Schadstoffen. Für die Erarbeitung und Harmonisierung dieses wichtigen Vollzugshilfsmittels wurde im vorliegenden Bericht ein Standard für die BHK der Zentralschweizer Kantone definiert.

Zum Erkennen der Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den sechs Kantonen wurde der Bericht «Auswertung der in der ZCH aktuell vorhandenen Bodenanalysedaten» systematisch analysiert. Aus dem Auswertungsbericht geht hervor, dass die Belastungssituation in der ZCH mit jener der übrigen Schweiz vergleichbar ist.

Die drei bestehenden BHK der Kantone Luzern, Uri und Zug wurden verglichen und übereinstimmende oder vergleichbare Konventionen, wo aus fachlicher Sicht sinnvoll, für den ZCH Standard übernommen. Unter Berücksichtigung von strukturellen Gegebenheiten und der Verfügbarkeit von Basisdaten wurden die Belastungshinweise in drei Kategorien eingeteilt. Die drei Kategorien widerspiegeln die Relevanz der Belastungshinweise in Bezug auf die effektiv zu erwartende Bodenbelastung.

Grundlage für die Auswahl der Schadstoffe ist die Vollzugsempfehlung des BAFU (Vernehmlassungsversion, Stand Juli 2020). Primäre und sekundäre Schadstoffe werden neu als relevante Schadstoffe zusammengefasst. Damit ist der ZCH Standard mit den aktuellsten Vollzugsempfehlungen des Bundes harmonisiert.

Für die Erarbeitung der kantonalen BHK werden die Belastungshinweise differenziert betrachtet: Die Belastungshinweise der Kategorie «Minimum» entsprechen dem minimalen Umfang der BHK in allen ZCH Kantonen und umfasst 85-95% der Belastungshinweisflächen. Die Kategorie «Erweiterung» umfasst aufgrund der strukturellen Gegebenheiten kantonal zu prüfende und zu integrierende Belastungshinweise. Die Kategorie «Ergänzung» umfasst weitere Belastungshinweise, welche insbesondere in Gebieten mit intensiver Bautätigkeit relevant sein können, aufgrund der unzureichenden Verfügbarkeit von Grundlagedaten jedoch nicht in den BHK abgebildet sind.

Der Minimalstandard deckt einen grossen Teil der Belastungshinweisflächen ab. Unter Berücksichtigung der strukturellen Gegebenheiten entscheidet jeder der ZCH-Kantone über den weiteren Umfang der in der BHK dargestellten Belastungshinweise.

In der Kategorie «Erweiterung» empfehlen wir, die als relevant eingestufteten Belastungshinweise für eine Integration in die BHK zu prüfen. In der Kategorie «Ergänzung» empfehlen wir im Gebiet mit intensiver Bautätigkeit (Siedlungsgebiet, Verkehrsinfrastruktur) Schadstoffemittierende Anlagen, Nutzungszonen und Ausbringflächen weiter zu untersuchen und Basisdaten für die räumliche Eingrenzung zu beschaffen oder zu erarbeiten.

Basis für die Operationalisierung der Belastungshinweise in einem Geoinformationssystem sind die Anleitungen in Form von Übersichtsblättern im Anhang 2.

2 EINFÜHRUNG

2.1 Begriffe und Abkürzungen

Die bestehenden Hinweiskarten zu Bodenbelastungen in den Kantonen des KABO ZCH werden unterschiedlich genannt:

- LU: Prüfperimeter Bodenverschiebung (PBV) [1]
- UR: Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen (FvBB) [2]
- ZG: Prüfperimeter für Bodenverschiebungen des Kantons Zug (PBV) [3]

Zur Vereinfachung der Lesbarkeit des Dokuments werden alle bestehenden Hinweiskarten zu Bodenbelastungen einheitlich Belastungshinweiskarten (BHK) genannt. Weitere im Bericht verwendete Abkürzungen sind dem Abkürzungsverzeichnis Seite 22 zu entnehmen.

2.2 Vorgehen zur Definition des ZCH Standards

Belastungshinweise, Immissionspfade

Die Belastungshinweise, die für die ZCH relevant sind, wurden dem Auswertungsbericht der in der ZCH aktuell vorhandenen Bodenanalysedaten [5] entnommen. Eine Zusammenstellung der Relevanz der Belastungshinweise nach Kantonen ist im Anhang 1 dargestellt. Der Bericht wurde hinsichtlich folgender Fragen analysiert:

- Welche Eintragspfade sind für die ZCH Kantone relevant?
- Gibt es regionale oder kantonale Unterschiede?
- Sind Aussagen zur räumlichen Abgrenzung von Schadstoffbelastungen (Trennkriterien) möglich?

Aus dem Auswertungsbericht [5] geht hervor, dass die Belastungssituation in der ZCH mit jener der übrigen Schweiz vergleichbar ist. Ferner gibt es einige regionale oder kantonale Unterschiede. Allerdings basiert der Auswertungsbericht [5] nicht auf einer systematischen Erhebung von Bodendaten, sondern auf der Auswertung von bestehenden Daten. Der Auswertungsbericht [5] dient im vorliegenden Projekt zur Feststellung der Relevanz von Belastungshinweisen und deren Priorisierung (Kapitel 2.3).

Trennkriterien

Für die Abgrenzung belasteter Gebiete von unbelasteten werden Trennkriterien verwendet. Zur Definition des ZCH Standards wurden folgende Abgrenzungsfragen in absteigender Reihenfolge berücksichtigt:

- Gibt es gemeinsame Trennkriterien in den bestehenden drei BHK (LU, UR, ZG)?
- Gibt es ähnliche Trennkriterien in den bestehenden drei BHK (LU, UR, ZG)?

- Welche dieser Trennkriterien sind aus fachlicher und umsetzungsorientierter Sicht relevant?
- Gibt es Hinweise auf weitergehende Informationen zur Festlegung der Trennkriterien?

Für die meisten Trennkriterien besteht eine grosse Übereinstimmung zwischen den bestehenden BHK. Jedoch sind die Trennkriterien im Detail in vielen Fällen unterschiedlich definiert resp. räumlich aufgelöst.

Nur in wenigen Fällen wurden Standards festgelegt, die nicht allen bestehenden BHK entsprechen. In diesen Fällen wurden weitere Grundlagen z.B. von anderen Kantonen oder aus der Wissenschaft beigezogen.

Schadstoffe

Die Schadstoffe wurden gemäss der Vernehmlassungsversion der BAFU Vollzugshilfe [4] für jeden Belastungshinweis übernommen. Falls für einen Belastungshinweis in der Vollzugshilfe keine Schadstoffe aufgeführt sind, wurden die Schadstoffe von ähnlichen und übertragbaren Belastungshinweisen übernommen.

2.3 Priorisierung der Belastungshinweise

Die Relevanz der Belastungshinweise variiert innerhalb der sechs ZCH Kantone aufgrund von strukturellen Gegebenheiten. Daneben ist die Verfügbarkeit von Basisdaten zentral, um Belastungshinweise räumlich abzugrenzen.

Unter Berücksichtigung von strukturellen Gegebenheiten und der Verfügbarkeit von Basisdaten wurden die Belastungshinweise im Hinblick auf die Priorisierung für die Erarbeitung der kantonalen BHK in 3 Kategorien gegliedert (Tabelle 1):

- **Minimum:** Minimaler Umfang der BHK in allen ZCH Kantonen
- **Erweiterung:** Erweiterter Umfang der BHK. Es wird empfohlen diese Erweiterung kantonal zu prüfen
- **Ergänzung:** Ergänzter bzw. vollständiger Umfang der BHK, um die Belastungssituation vollständig darzustellen

Für die Beurteilung der räumlichen Abdeckung der Belastungshinweise wurden die Belastungshinweiskarten der Kantone Luzern, Zug und Uri flächenstatistisch ausgewertet und die Flächenanteile den 3 Kategorien zugewiesen.

Tabelle 1:
Priorisierung der Belastungshinweise für die Integration in die BHK

| Kategorie | Relevanz Belastungshinweis |
|-------------|---|
| Minimum | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schnittmenge der BHK der Kantone ZG, UR, LU ▪ Gemäss Auswertungsbericht in allen sechs ZCH Kantonen relevant ▪ Umfasst total 85-95% der Belastungshinweisflächen |
| Erweiterung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Abweichungen aufgrund struktureller Gegebenheiten zwischen den Kantonen ▪ Vereinigungsmenge der BHK der Kantone ZG, UR, LU ▪ Gemäss Auswertungsbericht nicht in allen Kantonen relevant ▪ Umfasst total 5-15% der Belastungshinweisflächen |
| Ergänzung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Belastungshinweise, welche mindestens teilweise für ZCH Kantone relevant sind ▪ aufgrund unzureichender Datengrundlagen nicht oder noch nicht ausweisbar ▪ Umfasst mutmasslich total 1-5% der Belastungshinweisflächen |

3 BEURTEILUNG DER BELASTUNGSHINWEISE UND DER KATEGORISIERUNG

Als relevant werden Belastungshinweisflächen mit einem Flächenanteil von >1% relativ zu allen Hinweisflächen definiert, wobei Belastungshinweise innerhalb und ausserhalb des Siedlungsgebietes getrennt betrachtet wurden. Die Auswertung wurde mit Expertenwissen ergänzt (Tabelle 2).

Kategorie Minimum

Die relevanten Belastungshinweise umfassen die Kategorien Altbaugelände, Strassen, Eisenbahnlinien, Strommasten und Schiessstände. Zusätzlich sind im Siedlungsgebiet Rebberge, Familiengärten und Gärtnereien relevant. Die restlichen Belastungshinweise spielen eine untergeordnete Rolle.

Mit der Kategorie Minimum werden rund 85-95% der Belastungshinweisflächen erfasst.

Kategorie Erweiterung

Bei der Kategorie Erweiterung sind die strukturellen Gegebenheiten im Kanton ausschlaggebend. Beispielsweise umfassen im Kanton Luzern die Waffenplätze 30% der Belastungshinweisflächen.

Falls im Kanton vorhanden, sind die Kategorien Militärische Anlagen, Eisenbahnareale, Flugplätze und Metalltanks als relevante Belastungshinweise einzustufen. Mit Bezug auf Bereiche mit intensiver Bautätigkeit (Siedlungsgebiet, Verkehrsinfrastruktur) beurteilen wir zusätzlich die Kategorien Baumschulen und Obstanlagen als relevant. Versickerungsbecken weisen einen geringen Flächenanteil auf. Diese Anlagen weisen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Richtwertüberschreitungen auf, weshalb wir diesen Belastungshinweis als eher relevant einstufen.

Mit der Kategorie Erweiterung werden im Schnitt 5-15% der Belastungshinweisflächen abgedeckt.

Tabelle 2:
Belastungshinweise nach Priorisierung und Relevanz

| Kategorie Belastungshinweis | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Minimum | Erweiterung | Ergänzung |
| Strassen (+) | Tunnelentlüftungen (-) | Nutzungszonen (+) |
| Eisenbahnlinien (+) | Versickerungsbecken (+/-) | Schadstoffemittierende Anlagen (+) |
| Familiengärten (+/-) | Eisenbahnareale (+) | Ausbringflächen (+/-) |
| Gärtnerreien (+/-) | Flugplätze (+) | Holzmasten (-) |
| Rebberge (+/-) | Baumschulen (+/-) | Geogene Belastungen () |
| Altbaugebiete (+) | Obstanlagen (+/-) | |
| Metallbrücken (-) | Metalltanks (+) | |
| Strommasten (+) | Umspannwerke (-) | |
| Bergbahnmasten (-) | Antennen (-) | |
| Schiesstände (+) | Jagdschiessanlagen (+/-) | |
| | Militärische Anlagen (+) | |

Legende:

Relevanz: + relevant; +/- eher relevant; - wenig relevant

Kategorie Ergänzung

Bei der Kategorie Ergänzung handelt es sich um lokal vorhandene Hinweisflächen, welche im Schnitt 1-5% der Flächen umfassen.

Die Relevanz ergibt sich aus der Lage der Hinweisflächen relativ zu Gebieten mit intensiver Bautätigkeit (Siedlungsgebiet, Verkehrsinfrastruktur). Als relevant beurteilen wir schadstoffemittierende Anlagen und Nutzungszonen, als eher relevant Ausbringflächen.

Schadstoffemittierende Anlagen und Nutzungszonen erachten wir als relevant, da sich solche Anlagen ehemals im Gebiet mit heute intensiver Bautätigkeit befinden konnten. Industriearale, welche schadstoffemittierende Anlagen und Nutzungszonen umfassen können, sind in der Regel bereits im kantonalen KbS erfasst [5]. Je nach kantonalem Erfassungsstand wird durch den Einbezug die Abdeckung verbessert. Insbesondere sind diffuse Belastungen über den Anlageperimeter zu berücksichtigen.

Auf Ausbringflächen ist aus schweizerischen Untersuchungen mit einer Belastung zu rechnen [5]. Flächenmässig spielen Ausbringflächen eine eher untergeordnete Rolle – im Kanton Zürich umfasst der Anteil 1.1% aller Hinweisflächen [9]. In begründeten Verdachtsfällen im und nahe des Gebietes mit intensiver Bautätigkeit verbessert ein Einbezug es Belastungshinweises – basierend auf Einzelfallabklärungen - die Abdeckung der Belastungshinweiskarte.

Für geogene Belastungen sind fallspezifische Untersuchungen nötig, falls aufgrund der Gesteinstypen ein erhöhter Verdacht auf Prüfwertüberschreitung vorliegt.

Die Holzmasten erachten wir als wenig relevant, da sie räumlich eine nur geringe Ausdehnung aufweisen.

4 TRENNKRITERIEN ZUR AUSSCHIEDUNG DER BELASTUNGSHINWEISE

Aus den verschiedenen verfügbaren Quellen wurde der für die ZCH relevante Katalog der Belastungsquellen zusammengestellt und in Belastungshinweisgruppen gegliedert:

- Verkehrsanlagen
- Intensivkulturen
- Siedlungsgebiete
- Korrosionsschutzobjekte
- Schiessanlagen
- Übrige Belastungshinweise

Die in diesem Kapitel dargestellte Empfehlung und Begründung der Trennkriterien für alle Belastungshinweise folgt diesen Belastungshinweisgruppen.

4.1 Belastungshinweisgruppe Verkehrsanlagen

4.1.1 Strassen

Den grössten Einfluss auf die Belastung entlang von Strassen hat das Verkehrsaufkommen. Ein Mass dafür ist der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV). Bestehende Untersuchungen zeigen, dass Bodenbelastungen über dem Richtwert (RW) mit grosser Wahrscheinlichkeit bereits ab einem DTV von 2'000 Fahrzeugen auftreten.

ZCH Standard

Klassifizierung gemäss BHK ZG und UR nach täglichen Frequenzen (DTV):

- DTV kleiner als 2'000 → Kein Puffer
- DTV zwischen 2'000 und 15'000 → 10m Puffer ab Fahrbahnrand
- DTV grösser als 15'000 → 15m Puffer ab Fahrbahnrand

Fachliche Hinweise

Die Belastungswerte entlang von Strassen wurden in der wissenschaftlichen Arbeit von Gsponer [6] untersucht. Diese weist eine Klassifizierung der Strassen in fünf Frequentierungskategorien sowie in normale Strassenabschnitte und Beschleunigungs- und Steigungsstrecken aus ([6], S. 135). Die maximalen Puffer, die von Gsponer empfohlen werden, haben eine Breite von 30m. Diese Arbeit wurde als Grundlage der BHK LU verwendet.

Aus pragmatischen Gründen bzw. aufgrund der bestehenden Datengrundlage wurde in verschiedenen Kantonen auf mehr als 3 bis 4 Klassen und die Unterscheidung zwischen normalen

und Beschleunigungs- bzw. Steigungsstrecken verzichtet. So scheidet z.B. der Kanton TG vier Klassen von Strassen mit einer Pufferbreite von 0m, 5m, 10m und 15m aus. Allerdings ist die Vollzugspraxis im Kanton TG abweichend von derjenigen anderer Kantone, denn Bodenmaterial, welches innerhalb des BHK-Perimeters ausgehoben wird, kann ohne vorgängige Prüfung als belastetes Material Typ B entsorgt werden.

Die AGIR Faktenblätter [7] enthalten Informationen zu Prüfwertüberschreitungen entlang von Strassen. Die BHK bezieht sich auf Richtwertüberschreitungen, weshalb die Abgrenzung nicht verwendet werden kann.

4.1.2 Eisenbahnlínien

Die Abnahme der Belastung mit zunehmendem Abstand von den Gleisen wird üblicherweise mit dem Aufkommen an Gesamtbruttoregistertonnen (GBRT) auf der Strecke in Zusammenhang gebracht. So werden in den Kantonen mit bestehender BHK die Trennkriterien für den Belastungshinweis Eisenbahn in Abhängigkeit der GBRT festgesetzt.

ZCH Standard

Klassifizierung gemäss BHK LU nach Gesamtbruttoregistertonnen (GBRT):

- GBRT kleiner als 20'000 → Kein Puffer
- GBRT zwischen 20'000 und 50'000 → 5m Puffer ab Trassee
- GBRT grösser als 50'000 → 10m Puffer ab Trassee

Fachliche Hinweise

Die BHK ZG und UR differenzieren Geleise in Industriegleise und „normale“ Geleise aufgrund qualitativer Kriterien. Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit wird für den ZCH Standard ein quantitatives Mass empfohlen.

4.1.3 Tunnelentlüftungen

Strassentunnelentlüftungen transportieren Schadstoffe aus dem Strassentunnel in die Umwelt. Um die Entlüftungsschächte können so Belastungen, vergleichbar mit den Belastungen entlang einer Strasse, entstehen.

ZCH Standard

25m Puffer um alle Entlüftungsschächte

Fachliche Hinweise

In der ZCH existiert dieser Belastungshinweis nur in der BHK UR.

4.1.4 Versickerungsbecken

Das Strassenabwasser von stark befahrenen Strassen wird vor der Einleitung in Gewässer oder vor der Versickerung in den Untergrund mittels Strassenabwasserbehandlungsanlagen gereinigt. Das Standardverfahren zur Behandlung von Strassenabwasser ist die Versickerung auf bewachsenem Ober- und Unterboden z.T. in Kombination mit Retention. Durch die Filtration von belastetem Strassenabwasser reichern sich mit der Zeit Schadstoffe in den Böden der Anlagen an.

Da es sich bei den Versickerungsbecken um Behandlungsanlagen für Strassenabwässer handelt, sind die gleichen Schadstoffe wie entlang der Strassen zu erwarten.

ZCH Standard

Gesamtes Areal der Versickerungsbecken

Fachliche Hinweise

Die BHK UR und ZG weisen Strassenabwasserbehandlungsanlagen gemäss dem vorgeschlagenen Standard aus.

Neben dem Standardverfahren zur Behandlung von Strassenabwasser – der Versickerung auf bewachsenen Ober- und Unterboden – werden auch technische Anlagen verwendet, bei denen künstliche Absorbermaterialien zum Einsatz kommen. Diese sind nicht zu berücksichtigen.

4.1.5 Eisenbahnareale

Eisenbahnareal sind Areale, die für den Eisenbahnverkehr genutzt werden, jedoch keine normalen Strecken sind. Dies können z.B. Bereitstellungsräume für Rollmaterial oder Serviceareale sein.

Es sind in den Eisenbahnarealen dieselben Schadstoffe wie entlang von Eisenbahnlinien zu erwarten. Zusätzlich ist gemäss BHK UR eine Belastung mit PCB aus Korrosionsschutzanstrichen denkbar.

ZCH Standard

Gesamtes Eisenbahnareal

Fachliche Hinweise

In der ZCH existiert dieser Belastungshinweis nur in der BHK UR.

4.1.6 Flugplätze

Flugplätze sind Anlagen für die Ankunft und den Abflug von Luftfahrzeugen, sowie für deren Wartung und die entsprechenden Bereitstellungsräume. Verbrennungsrückstände, Pneuabrieb, sowie Tropfverluste von Treibstoffen, Öl und der Einsatz von Frostschutzmitteln können auf Flugplätzen zu chemischen Bodenbelastungen führen.

ZCH Standard

15m Puffer ab Belagsrand von Pisten, Rollwegen, Standplätzen und Heliports

Fachliche Hinweise

In der ZCH existiert dieser Belastungshinweis nur in der BHK LU. In LU werden die bestehenden Flug- und Landeplätze in einer Einzelfallbetrachtung gehandhabt.

Die Pufferstreifenbreite von 15m ist an die BHK SG angelehnt und entspricht dem kleinsten dort verwendeten Puffer. Die BHK SG verwendet am Pistenkopf einen Puffer von 25m (Tabelle 12 in [1]).

4.2 Belastungshinweisgruppe Intensivkulturen

4.2.1 Familiengärten

Untersuchungen in einer Vielzahl von Kantonen der Schweiz ergaben für Böden in Familiengärten erhöhte Gehalte an den Schwermetallen Cu, Cd, Pb und Zn sowie für PAK. Die Höhe der Belastungen ist in Familiengärten in den meisten Fällen mit der Nutzungsdauer korreliert.

ZCH Standard

Als Trennkriterium werden die Flächen von Familiengärten, welche länger als 10 Jahre in Betrieb sind, beigezogen.

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „Familiengärten“ der drei bestehenden BHK der ZCH decken sich.

4.2.2 Gärtnereien

In Gärtnereien sind ähnliche Bodenbelastungen (in Höhe und Art) wie in den Familiengärten zu erwarten. Die Höhe der Belastungen ist in Gärtnereien ebenfalls mit der Nutzungsdauer korreliert.

ZCH Standard

Als Trennkriterium werden die Flächen, welche je als Gärtnerei genutzt worden sind, beigezogen.

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „Gärtnereien“ in den drei bestehenden BHK der ZCH decken sich.

Die Recherche nach bestehenden und ehemaligen Gärtnereien für die bestehenden BHK wurde unterschiedlich gestaltet. Als primäre Datenquellen wurden AV-Daten und Telefonbucheinträge verwendet.

4.2.3 Rebberge

Aus bestehenden Untersuchungen von Böden in Rebberganlagen in verschiedenen Kantonen geht hervor, dass vor allem die Kupferkonzentration sowohl Richt- und Prüfwerte und in Einzelfällen sogar Sanierungswerte überschreiten kann. Hauptgrund dafür ist der Einsatz von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln.

ZCH Standard

Als Trennkriterium werden die Flächen aller aktuellen und ehemaligen Rebberge beigezogen.

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis Rebberg stimmen in den bestehenden drei ZCH BHK überein.

4.2.4 Baumschulen

In Baumschulen können schwermetallhaltige Hilfsstoffe und Dünger zum Einsatz kommen oder in der Vergangenheit zum Einsatz gekommen sein, welche die Böden belasten.

ZCH Standard

Als Trennkriterium werden die Flächen, welche je als Baumschule genutzt worden sind, beigezogen.

Fachliche Hinweise

In der ZCH existiert dieser Belastungshinweis nur in der BHK LU.

4.2.5 Obstanlagen

In Anlagen zur Produktion von Obst können schwermetallhaltige Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen oder in der Vergangenheit zum Einsatz gekommen sein, welche die Böden belasten.

ZCH Standard

Als Trennkriterium werden die Flächen, welche je als Obstanlage genutzt worden sind, beigezogen.

Fachliche Hinweise

In der ZCH existiert dieser Belastungshinweis nur in der BHK LU.

Der Streuobstbau wird nicht berücksichtigt, da der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Regel wesentlich tiefer ist und war.

4.3 Belastungshinweisgruppe Siedlungsgebiete

4.3.1 Altbaugebiete

In Siedlungsgebieten werden sämtliche durch menschliche Tätigkeiten verursachte Emissionen aufkonzentriert. Mögliche Belastungen in unversiegelten Siedlungsbereichen rühren daher meist nicht von einer einzigen, klar abgrenzbaren Belastungsquelle her, sondern spiegeln das diffuse Spektrum aller im Laufe der Siedlungsgeschichte aufgetretenen Emissionen wider.

ZCH Standard

Altbaugebiete werden gemäss historischen Landkarten aus den 1960ern erfasst und umfassen das damals bebaute Gebiet, unabhängig von der geografischen Lage oder der Zentrumsnähe. Dabei stützt sich der ZCH Standard auf das Vorgehen des Kantons ZG, welches leicht angepasst wurde (BHK ZG [3], S. 45 – 52):

- Unterscheiden zwischen überbauten Parzellen und weitgehend nicht überbauter Parzellen
 - Überbaute Parzellen ($f < 20$)¹ werden vollständig dem Altbaugebiet zugeschlagen
 - Um Gebäude auf weitgehend unbebauten Parzellen ($f \geq 20$) wird ein 10m Puffer dem Altbaugebiet zugeschlagen
- Restflächen ($< 5'000 \text{ m}^2$), welche vollständig von Altbaugebiet umschlossen sind, werden dem Altbaugebiet zugeteilt.
- Bereinigung:
 - Kleinstflächen an Parzellenrändern aus dem Altbaugebiet entfernen
 - 2/3-Kriterium: liegt eine Parzelle zu 2/3 im Altbaugebiet, wird die komplette Parzelle dem Altbaugebiet zugeteilt
 - 75%-Kriterium: Ist eine Kleinparzelle ($< 5'000 \text{ m}^2$) auf drei Seiten (zu 75%) vom Altbaugebiet umschlossen, so wird sie dem Altbaugebiet zugeteilt
- Expertenflächen: Aufgrund von Expertenwissen (z.B. innerhalb der Verwaltung) über vermutete Bodenbelastungen werden Parzellen oder Teile davon dem Altbaugebiet zugeteilt.

¹ $f = \text{unbebaute Parzellenfläche} / \text{bebaute Parzellenfläche}$

Fachliche Hinweise

In den BHK LU, UR und ZG wurden ländliche Gebiete von der BHK ausgenommen. Als ländliche Gebiete wurden in der BHK LU Ortschaften mit weniger als 10'000 Einwohner im Jahr 2000 betrachtet. Im Kanton Uri wurden Gemeinden und einzelne Gehöfte über 800 m.ü.M., welche nicht an Transitachsen liegen, von der BHK ausgenommen. In der BHK ZG wurden nur Gebäude in den Ortsbildschutzperimetern und den Kernzonen A gemäss Zonenplan berücksichtigt. Ausserdem wurde im Kanton ZG auf die Erfassung von alleinstehenden Gebäuden (z.B. Bauernhöfe) verzichtet.

Die genannten Ausnahmen wurden im ZCH Standard explizit nicht berücksichtigt. In der konsultierten Literatur konnte für die bestehenden Ausnahmen keine Begründung gefunden werden. Die Definition von begründeten Ausnahmen obliegt den Kantonen.

4.3.2 Nutzungszonen

Ähnlich wie im Altbaugbiet können sich auf Flächen, die eine gewerbliche oder industrielle Nutzung erfahren oder erfahren haben, Schadstoffe akkumulieren.

ZCH Standard

Als Trennkriterien werden alle Flächen in der Gewerbe-, Industrie- und Mischzone beigezogen.

Fachliche Hinweise

Dieser Belastungshinweis wird in keiner der bestehenden BHK der ZCH umgesetzt.

Überschneidungen mit dem Belastungshinweis Altbaugbiet sind wahrscheinlich. Ferner sind Flächen, auf welchen eine Belastung bestätigt ist, im KbS aufgeführt.

In der BHK AG wurden in Gemeinden mit mehr als 10'000 Einwohner alle bis 1998 bebauten Flächen in der Gewerbe-, Industrie- und Mischzone erfasst [10].

Aufgrund der erwarteten Überschneidungen mit anderen Belastungshinweisen erachten wir den Belastungshinweis Nutzungszonen als fakultativ, der bei Vorliegen von Belastungen in einem Kanton oder Teilen davon ausgearbeitet werden kann.

4.3.3 Schadstoffemittierende Anlagen

Böden in der Umgebung älterer Verbrennungs-, Feuerungs-, Gewerbe- und Industrieanlagen, die früher grössere Mengen von Schadstoffen emittierten, können belastet sein.

ZCH Standard

Einzelfallbeurteilung notwendig

Fachliche Hinweise

Dieser Belastungshinweis wird in keiner der bestehenden BHK der ZCH systematisch umgesetzt. Wir weisen an dieser Stelle auf den grossen Erhebungsaufwand hin. Ausserdem sind Überschneidungen mit dem Belastungshinweis Altbaugelände wahrscheinlich. Ferner sind Flächen, auf welchen eine Belastung bestätigt ist, im KbS aufgeführt.

Aufgrund der erwarteten Überschneidungen mit anderen Belastungshinweisen erachten wir den Belastungshinweis schadstoffemittierende Anlagen als fakultativ, der bei bekannten Belastungen um eine oder mehrere Anlagen ausgearbeitet werden kann.

4.4 Belastungshinweisgruppe Korrosionsschutzobjekte

Bauwerke aus Stahl sind üblicherweise mit einer Korrosionsschutzschicht versehen. Anstriche enthielten in der Vergangenheit Schwermetalle wie Pb, Zn, Cd oder Cr sowie organische Schadstoffe wie PAK und PCB.

4.4.1 Metallbrücken**ZCH Standard**

Puffer von 20m um die Brücken-Längsachse von Metallbrücken.

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „Metallbrücke“ der drei bestehenden BHK der ZCH sind identisch.

4.4.2 Strommasten**ZCH Standard**

Puffer von 25m um alle Starkstrommasten (grosse Höhe und Grundfläche) und alle übrigen Metallmasten, die vor 1970 erstellt wurden. Andere Masten, die ab 1970 erstellt wurden, werden mit einem Puffer von 7m versehen.

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „Strommasten“ der drei bestehenden BHK der ZCH decken sich weitgehend.

4.4.3 Bergbahnmasten

ZCH Standard

Puffer von 5m um alle Ski-, Sessellift-, Gondelbahnmasten

Puffer von 25 um alle Pendelbahnmasten

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „Bahnmasten“ der drei bestehenden BHK der ZCH decken sich weitgehend.

In der BHK UR wurden nur Personenbahnen unter 2'300 m.ü.M. erfasst.

In der BHK LU wurde teilweise als Näherung entlang dem Anlagenverlauf ein Puffer von 5m ausgeschieden, da der genaue Standort der Masten unbekannt ist.

In der BHK GR [8] werden Pendelbahnmasten mit einem grösseren Puffer von 25m versehen. Diese Festlegung wurde für den ZCH Standard übernommen, da die Masten von Pendelbahnen in ihren Dimensionen mit Starkstrommasten vergleichbar sind.

4.4.4 Metalltanks

ZCH Standard

Puffer von 25m um alle freistehenden Metalltanks mit einem Fassungsvermögen von mehr als 200 m³.

Fachliche Hinweise

Der ZCH Standard entspricht den Trennkriterien für den Belastungshinweis „Strommasten“ der bestehenden BHK LU und ZG.

4.4.5 Umspannwerke

ZCH Standard

Puffer von 25m um das Umspannwerk-Areal

Fachliche Hinweise

Der ZCH Standard entspricht den Trennkriterien für den Belastungshinweis „Strommasten“ der bestehenden BHK LU mit der Ergänzung eines Pufferstreifens.

4.4.6 Antennen

ZCH Standard

Puffer von 25m um alle Antennen die vor 1970 erstellt wurden. Antennen, die ab 1970 erstellt wurden, werden mit einem Puffer von 7m versehen.

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „Antennen“ entsprechen der BHK ZG und decken sich mit den Trennkriterien für den Belastungshinweis „Strommasten“.

In den anderen beiden bestehenden BHK der ZCH werden Antennen nicht berücksichtigt.

4.5 Belastungshinweisgruppe Schiessanlagen

4.5.1 Schiessstände

Bei Schiessständen handelt es sich um feste Anlagen mit Abschussdistanzen von 25 m, 50 m, 100 m und 300 m. Auf diesen Anlagen gelangen und gelangten seit Jahrzehnten grosse Mengen an Pb und anderen Schwermetallen in die Böden.

ZCH Standard

In Anlehnung an die BHK ZG bzw. die von Gsponer (1996) definierten Klassen [6] werden die folgenden Trennkriterien zur Abgrenzung des Belastungshinweises Schiessstand empfohlen:

| Anlagenbereich | Puffer für 25-50m-Anlagen | Puffer für 100-300m-Anlagen |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Vor Schützenhaus | 5m | 10m |
| Vor Kugelfang | 15m | 30m |
| Seitlich Kugelfang | 10m | 30m |
| Hinter Kugelfang | 20m | 40m |

Fachliche Hinweise

Es wurden die detaillierten Trennkriterien der BHK ZG als Standard übernommen. Falls die Anlage saniert ist, braucht es je nach Sanierungsziel einen individuellen Eintrag.

Fallweise sind historische oder traditionelle Schiessanlässe ausserhalb von Schiessständen zu berücksichtigen.

4.5.2 Jagdschiessanlagen

Grundsätzlich ist auf Jagdschiessanlagen mit denselben Belastungen wie in anderen Schiessanlagen zu rechnen. Zusätzlich wird in Jagdschiessanlagen u.A. auf bewegliche Ziele

geschossen. Folglich ist die Belastung weniger konzentriert als in Schiessständen, zudem können PAK Belastungen durch Splitterverluste der Ziele auftreten.

ZCH Standard

Das ganze Areal im Einflussbereich von Jagdschiessanlagen

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „Jagdschiessanlage“ entsprechen der BHK ZG. In den anderen beiden bestehenden BHK der ZCH werden Jagdschiessanlagen nicht berücksichtigt.

Der Einflussbereich der einzelnen Jagdschiessanlagen muss im Einzelfall eruiert werden.

4.5.3 Militärische Anlagen

In Militärische Anlagen, auf welchen regelmässig Waffen zum Einsatz kommen, ist aufgrund von Projektilabrieb und -splintern mit einer Bodenbelastung durch Schwermetalle zu rechnen.

ZCH Standard

Das gesamte Areal von militärischen Anlagen, auf denen regelmässig Waffen zum Einsatz kommen.

Fachliche Hinweise

Die Trennkriterien für den Belastungshinweis „militärische Anlagen“ entsprechen der BHK LU. In den anderen beiden bestehenden BHK der ZCH werden militärische Anlagen nicht berücksichtigt.

Im Vollzugskonzept zur BHK Luzern [1] wird darauf hingewiesen, dass bei diesem Belastungshinweis weitere Abklärungen zum Ausmass der Belastung und zu den Leitschadstoffen in Absprache mit dem VBS durchgeführt werden sollen.

Der Bericht zur BHK ZG [3] verweist im Jahr 2011 auf laufende Abklärungen des VBS. Nach deren Abschluss soll das weitere Vorgehen zur Ausscheidung der entsprechenden Flächen an die Hand genommen werden. Ob die Abklärungen mittlerweile abgeschlossen sind und ob die militärischen Anlagen im BHK ZG ergänzt wurden, gilt es abzuklären.

4.6 Belastungshinweisgruppe Diverse Hinweise

4.6.1 Ausbringflächen

Klär- und Industrieschlamm sowie Kehrriechkompost können Schadstoffe enthalten. In der Vergangenheit wurden die Schlämme und Kehrriechkomposte oft in der Landwirtschaft verwertet. Die entsprechenden Verwertungsflächen können somit belastet sein.

ZCH Standard

Flächen, auf welchen Schlämme und Kehrriechkomposte ausgebracht wurden

Fachliche Hinweise

Das Eruiere der betroffenen Fläche ist aufwändig, da die Informationen nicht systematisch gesammelt wurden. In den drei bestehenden BHK der ZCH werden Ausbringflächen nicht berücksichtigt, da keine geeigneten Grundlagendaten zur Verfügung stehen.

In der BHK ZH werden Ausbringflächen berücksichtigt [9].

4.6.2 Holzmasten

Holzmasten zur Strom- und Signalübertragung wurden zum Verwitterungsschutz mit schadstoffhaltigen Mitteln behandelt. Diese können sich im Boden anreichern.

ZCH Standard

Puffer von 1m um den Mastmittelpunkt

Fachliche Hinweise

Holzmasten werden im Prüfperimeter für Bodenverschiebungen des Kantons Graubünden [8] ausgewiesen, jedoch nicht auf der zugehörigen Karte dargestellt. In den drei bestehenden BHK der ZCH werden Holzmasten nicht berücksichtigt.

4.6.3 Geogene Belastungen

Bodenbelastungen können aufgrund hoher Schadstoffkonzentrationen im Ausgangsgestein vorliegen. Die Gesteine mit hohen Schadstoffkonzentrationen gilt es zu eruiere und deren Vorkommen festzuhalten.

ZCH Standard

Einzelfallabklärungen

Fachliche Hinweise

Die geogene Belastung wird mangels Datengrundlage in keiner der drei bestehenden BHK der ZCH berücksichtigt. Weiterführende Abklärungen sind diesbezüglich notwendig.

5 RELEVANTE UND WEITERE SCHADSTOFFE

Die relevanten und weiteren Schadstoffe werden für den ZCH Standard gemäss dem BAFU-Modul «Beurteilung von Boden im Hinblick auf dessen Verwertung» [4] definiert und sind in der Tabelle 3 nach Belastungshinweisen aufgelistet. Die Priorisierung der Belastungshinweise für die Erarbeitung der kantonalen BHK (Kapitel 2.3) ist farblich integriert.

Tabelle 3:
Relevante und weitere Schadstoffe, die ggf. im Einzelfall zu beurteilen sind (Fortsetzung auf der nächsten Seite)

| Belastungshinweis | Relevante Schadstoffe | Weitere Schadstoffe (Einzelfall) |
|----------------------------------|--|----------------------------------|
| Verkehrsanlagen | | |
| ▪ Strassen | Pb, PAK | Cd, Zn |
| ▪ Eisenbahnlinien | Cu | Cd, Pb, Zn, PAK |
| ▪ Tunnelentlüftungen | Pb, PAK | Cd, Zn |
| ▪ Versickerungsbecken | Cd, Cu, Pb, Zn, PAK, mobile gewässergefährdende Stoffe | |
| ▪ Eisenbahnareale | Cu | Cd, Pb, Zn, PAK |
| ▪ Flugplätze | Cu, PAK | Cd, Pb, Zn |
| Intensivkulturen | | |
| ▪ Familiengärten | Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, PAK | PCB, Organochlorpestizide |
| ▪ Gärtnereien | Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, PAK | Organochlorpestizide |
| ▪ Rebberge | Cu | Cd, Pb, Zn, Organochlorpestizide |
| ▪ Baumschulen ¹ | Cu | Cd, Pb, Zn, Organochlorpestizide |
| ▪ Obstanlagen ¹ | Cu | Cd, Pb, Zn, Organochlorpestizide |
| Siedlungsgebiete | | |
| ▪ Altbaugebiete | Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, PAK | PCB |
| ▪ Nutzungszonen | Cd, Cu, Hg, Pb, Zn, PAK | PCB |
| ▪ Schadstoffemittierende Anlagen | Einzelfallbeurteilung, abhängig von Anlagentyp, Brennstoffen und Alter | |
| Korrosionsschutzobjekte | | |
| ▪ Metallbrücken | Cd, Pb, Zn (je nach Art des Korrosionsschutzes) | PAK, PCB, Cr _{VI} |
| ▪ Strommasten | Cd, Pb, Zn (je nach Art des Korrosionsschutzes) | PAK, PCB, Cr _{VI} |
| ▪ Bergbahnmasten | Cd, Pb, Zn (je nach Art des Korrosionsschutzes) | PAK, PCB, Cr _{VI} |
| ▪ Metalltanks | Cd, Pb, Zn (je nach Art des Korrosionsschutzes) | PAK, PCB, Cr _{VI} |
| ▪ Umspannwerke | Cd, Pb, Zn (je nach Art des Korrosionsschutzes) | PAK, PCB, Cr _{VI} |

| Belastungshinweis | Relevante Schadstoffe | Weitere Schadstoffe (Einzelfall) |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| ▪ Antennen | Cd, Pb, Zn (je nach Art des Korrosionsschutzes) | PAK, PCB, Cr _{VI} |
| Schiessanlagen | | |
| ▪ Schiessstände | Pb, Cu, Sb (Ziel- und Einschussbereich), Hg (Abschussbereich) | Zn, Ni, Cd, PAK (Wurfscheiben) |
| ▪ Jagdschiessanlagen | Pb, Cu, Sb (Ziel- und Einschussbereich), Hg (Abschussbereich) | Zn, Ni, Cd, PAK (Wurfscheiben) |
| ▪ Militärische Anlagen ² | Einzelfallbeurteilung (VBS) | Einzelfallbeurteilung (VBS) |
| Diverse Hinweise | | |
| ▪ Ausbringflächen ³ | Cu, Pb, Cd | Einzelfallbeurteilung (z.B. Hg, Zn) |
| ▪ Holzmasten | PAK, Cu, Cr, As | |
| ▪ Geogene Belastungen | Einzelfallbeurteilung, abhängig von Gesteinstypen und weiteren vorliegenden Kenntnissen | |

Kategorie Belastungshinweis:

| | | |
|---------|-------------|-----------|
| Minimum | Erweiterung | Ergänzung |
|---------|-------------|-----------|

Erläuterungen:

¹ Für die Belastungshinweise Baumschulen und Obstanlagen werden in der Vollzugshilfe [9] keine Schadstoffe ausgewiesen. Es wurden die Schadstoffe des vergleichbaren Belastungshinweis *Rebberge* beigezogen.

² Für den Belastungshinweis militärische Anlagen werden in der Vollzugshilfe [9] keine Schadstoffe ausgewiesen. Zur Ermittlung der erwarteten Schadstoffbelastung sollten weitergehende Abklärungen mit dem VBS vorgenommen werden.

³ Für den Belastungshinweis Ausbringflächen werden in der Vollzugshilfe [9] keine Schadstoffe ausgewiesen. Es wurden die Schadstoffe der vergleichbaren Belastungshinweise *Böden auf denen Kehrichtkompost oder Klärschlamm ausgebracht wurde* beigezogen.

6 VERZEICHNISSE

6.1 Abkürzungen

| | |
|------------------|--|
| As | Arsen (chemisches Element) |
| AV | Amtliche Vermessung |
| B | Bor (chemisches Element) |
| BAFU | Bundesamt für Umwelt |
| BHK | Belastungshinweiskarte |
| Cd | Cadmium (chemisches Element) |
| Cr _{VI} | Hexavalentes Chrom (chemisches Element) |
| Cu | Kupfer (chemisches Element) |
| DTV | Durchschnittliche tägliche Verkehr |
| FvBB | Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen (Synonym für BHK) |
| GBRT | Gesamtbruttoregistertonnen |
| Hg | Quecksilber (chemisches Element) |
| KABO | Kantonale Bodenüberwachung |
| Ni | Nickel (chemisches Element) |
| PAK | Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe |
| Pb | Blei (chemisches Element) |
| PBV | Prüfperimeter für Bodenverschiebungen (Synonym für BHK) |
| PCB | Polychlorierte Biphenyle |
| RW | Richtwert |
| Sb | Antimon (chemisches Element) |
| VBS | Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport |
| VVEA | Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen |
| ZCH | Zentralschweiz |
| Zn | Zink (chemisches Element) |

6.2 Quellen

- [1] Dokumentation Prüfperimeter Bodenverschiebung (PBV). Dienststelle Umwelt und Energie des Kantons Luzern (uwe), Luzern. 23.10.2018.
- [2] Gesamtbericht Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen (FvBB). Amt für Umweltschutz Uri, Altdorf. 16.3.2009.
- [3] Dokumentation Prüfperimeter für Bodenverschiebungen des Kantons Zug (PBV ZG). Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zug (FABO ZG), Zug. 28.2.2011.
- [4] Beurteilung von Boden im Hinblick auf dessen Verwertung. Ein Modul der Vollzugshilfe Bodenschutz beim Bauen. Bundesamt für Umwelt, Bern. 2019. Umwelt Vollzug. Vernehmlassungsversion, Stand Juli 2020.
- [5] Projekt Ib-0.1: Auswertung der in der ZCH aktuell vorhandenen Bodenanalysedaten. KABO ZCH, Luzern. 16.11.2010.
- [6] Ursachendifferenziertes Vorgehen zur verdachtsorientierten Erkundung von Schwermetallbelastungen im Boden. Entwicklung einer Methode zur Festlegung flächendeckender, parzellenscharfer Kataster am Beispiel der Kontrolle von Bodenverschiebungen. Doktorarbeit von Rolf Gsponer (Diss ETH Nr. 11'862). 1996. Verfügbar unter <https://doi.org/10.3929/ethz-a-001695912>.
- [7] Faktenblätter Gefahrenabwehr, Arbeitshilfe für den Vollzug. Arbeitsgruppe Interventionswerte und Risikobeurteilung (AGIR), Fachstellen Bodenschutz AG, BE, BL, LU, SG, SH, SO, TG, ZG, ZH. Stand: Oktober 2017.
- [8] Merkblatt Prüfperimeter für chemische Bodenbelastungen. Amt für Natur und Umwelt GR, Chur. 11.11.2015.
- [9] Erläuterungen zur Vollzugshilfe Prüfperimeter für Bodenverschiebungen. Fachstelle Bodenschutz ZH, Zürich. 21.1.2015
- [10] Prüfperimeter Bodenaushub Kanton Aargau, Hinweise für die Benutzung der Karte. Abteilung für Umwelt, Grundwasser, Boden und Geologie, Aarau. 1.2.2017.