

**Erläuterungen  
zur Verordnung  
vom 1. Juli 1998  
über Belastungen  
des Bodens (VBBo)**

2001



Bundesamt für Umwelt, Wald und  
Landschaft (BUWAL)

## Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

*Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BUWAL als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind. Das BUWAL veröffentlicht solche Vollzugshilfen (oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Vollzug Umwelt».*

<b>Herausgeber</b>	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL
<b>Verfasser</b>	Abteilung Recht und Abteilung Stoffe, Boden, Biotechnologie des BUWAL
<b>Begleitung</b>	Bodenschutzfachstellen der Kantone AG, AR, BL, SG, SO, UR, ZH A. Desaulles, NABO, Agroscope FAL Reckenholz M. Hämman, Geotechnisches Institut Zürich P. Weisskopf, Agroscope FAL Reckenholz
<b>Gestaltung</b>	R. Fachin, A. Helfenstein, B. Schrade (BUWAL)

**Bezug** Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft  
Dokumentation  
CH-3003 Bern, Schweiz  
  
Fax ++41(0)31 324 02 16  
mail to: [docu@buwal.admin.ch](mailto:docu@buwal.admin.ch)  
Internet: <http://www.admin.ch/buwal>

**Bestellnummer** VU-4809-D

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Abkürzungen</b>	<b>4</b>
<b>I Einleitung</b>	<b>5</b>
1 Zweck der Erläuterungen	5
2 Grundlagen	5
3 Kurzer historischer Rückblick	5
<b>II Ausgangslage und Gegenstand</b>	<b>6</b>
1 Zum Begriff «Bodenschutz»	6
2 Zum Begriff Boden im USG	6
3 Das Bodenschutzkonzept Schweiz	8
<b>III Zu den einzelnen Artikeln der Verordnung</b>	<b>9</b>
<b>IV Anhänge der Verordnung</b>	<b>22</b>
1 Analysenmethoden	22
2 Probenahmetiefen	22
3 <i>Anhang 1:</i> Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für anorganische Schadstoffe im Boden	23
4 <i>Anhang 2:</i> Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe im Boden	25
5 <i>Anhang 3:</i> Richtwerte für Erosion auf Ackerflächen	26
<b>V Verhältnis VBBo zur Altlastenverordnung (AltIV)</b>	<b>27</b>
<b>VI Literatur</b>	<b>28</b>
<b>VII Anhang</b>	<b>32</b>
• Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo)	
• USG-Auszug: Definitionen und 5. Kapitel «Belastungen des Bodens»	

## Abkürzungen

- AltIV: Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV; SR 814.680)
- BLW: Bundesamt für Landwirtschaft
- BUWAL: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
- FAL: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, *Agroscope* FAL-Reckenholz
- LRV: Luftreinhalteverordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1)
- NHG Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (SR 451)
- LwG: Landwirtschaftsgesetz vom 29. April 1998 (SR 910.1)
- RPG: Raumplanungsgesetz vom 22. Juni 1979 (SR 700.1)
- ChemRRV: Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung vom 18. Mai 2005 (SR 814.81)
- USG: Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01)
- UVP: Umweltverträglichkeitsprüfung
- VBBo: Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (SR 814.12)
- WaG: Waldgesetz vom 4. Oktober 1991 (SR 921.0)
- WaV: Waldverordnung vom 30. November 1992 (SR 921.01)

# I Einleitung

## 1 Zweck der Erläuterungen

Die Erläuterungen liefern Zusatz- und Hintergrundinformationen, welche die Umsetzung der VBBo erleichtern. Sie sollen auch bereits bekannte Vollzugsprobleme aufgreifen und erörtern. Berücksichtigen Vollzugsbehörden bei ihrer Tätigkeit diese Erläuterungen, so dürfen sie davon ausgehen, dass sie die VBBo rechtskonform anwenden.

## 2 Grundlagen

Die Erläuterungen stützen sich formell auf Artikel 12 Absatz 1 VBBo, wonach das BUWAL Empfehlungen über die Anwendung dieser Verordnung erlässt. Materiell basieren sie auf dem Ergebnis der Vernehmlassung zur VBBo, auf wissenschaftlichen Arbeiten und auf der bisherigen praktischen Erfahrung von Bund und Kantonen im Bodenschutz. Berücksichtigt wurde auch der Kommentar USG zu den Artikeln 33–35 USG, den Prof. P. Tschannen redigierte.

## 3 Kurzer historischer Rückblick

- Der erste Vorentwurf zum USG von 1973 (Entwurf Schürmann) räumte dem Bodenschutz einen hohen Stellenwert ein. Er enthielt Bestimmungen gegen chemische und physikalische Belastungen. Doch in der Vernehmlassung war diesem Vorentwurf kein Erfolg beschieden.
- Im USG-Entwurf 1979 beschränkte sich der Bodenschutz in der Folge auf einzelne verstreute bodenrelevante Bestimmungen in den Bereichen Luftreinhaltung und umweltgefährdende Stoffe.
- In der parlamentarischen Beratung fügte der Nationalrat aber ein neues Kapitel über «Belastungen des Bodens» ein, das vor allem den vorsorglichen Schutz des Bodens gegen chemische Belastungen regelte.
- Diese Bestimmungen des USG 1983 wurden dann in der *Verordnung vom 9. Juli 1986 über Schadstoffe im Boden (VSBO)* konkretisiert.
- Der Vorentwurf zur USG-Revision von 1990 erweiterte die Artikel 33–35 USG nur um den Schutz des Bodens gegen umweltgefährdende Organismen.
- Doch die Reaktion zahlreicher Vernehmlasser, vor allem der Kantone, bewirkte eine grundsätzliche Verstärkung des Bodenschutzes im USG. Der Bundesrat legte mit dem Revisionsentwurf 1993 ein wesentlich erweitertes Bodenschutzrecht vor, indem er den Schutz vor physikalischen Belastungen und die Pflicht zur Sanierung belasteter Böden beifügte.
- Dieser Vorschlag – er ist praktisch identisch mit der heutigen USG-Regelung – wurde dann vom Parlament gutgeheissen und auf den 1. Juli 1997 in Kraft gesetzt.
- Ein Jahr später verabschiedete der Bundesrat die neue Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998, welche die USG-Neuerungen konkretisiert.
- Die VBBo ist seit dem 1. Oktober 1998 in Kraft.

## II Ausgangslage und Gegenstand

### 1 Zum Begriff «Bodenschutz»

Unter Bodenschutz versteht man:

- den Schutz des Bodens vor Versiegelung (quantitativer Bodenschutz) und
- den Schutz des unversiegelten Bodens vor Veränderungen seiner natürlichen Beschaffenheit (qualitativer Bodenschutz).

Der **quantitative Bodenschutz** ist vor allem Sache der **Raumplanung**, die für eine zweckmäßige Nutzung des Bodens und eine geordnete Besiedelung des Landes zu sorgen hat. Dies gebietet eine haushälterische Nutzung des Bodens (Art. 1 Abs. 1 RPG), um den Flächenverlust so gering wie möglich zu halten. Soweit Waldflächen betroffen sind, gilt der quantitative Bodenschutz der Waldgesetzgebung (Art. 1 und 3 WaG).

Der **qualitative Bodenschutz** bezweckt die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Dieses Ziel fällt hauptsächlich in den Wirkungskreis des Umweltschutzes (Art. 1 Abs. 1 USG). Das Erhalten der Bodenfruchtbarkeit bedingt Massnahmen zum Schutze des Bodens vor schädlichen Stoffen und Organismen sowie vor übermässiger mechanischer Beanspruchung. Auch der sorgfältige Umgang mit ausgehobenem Boden gehört zum qualitativen Bodenschutz.

Doch auch das Gewässerschutz- und das Landwirtschaftsgesetz enthalten Vorschriften zum qualitativen Bodenschutz. Das Gewässerschutzgesetz verlangt beispielsweise in Artikel 27, dass Böden so bewirtschaftet werden, dass keine Dünger oder Pflanzenbehandlungsmittel in Gewässer abgeschwemmt werden. Diese Forderung impliziert auch Massnahmen gegen Bodenerosion.

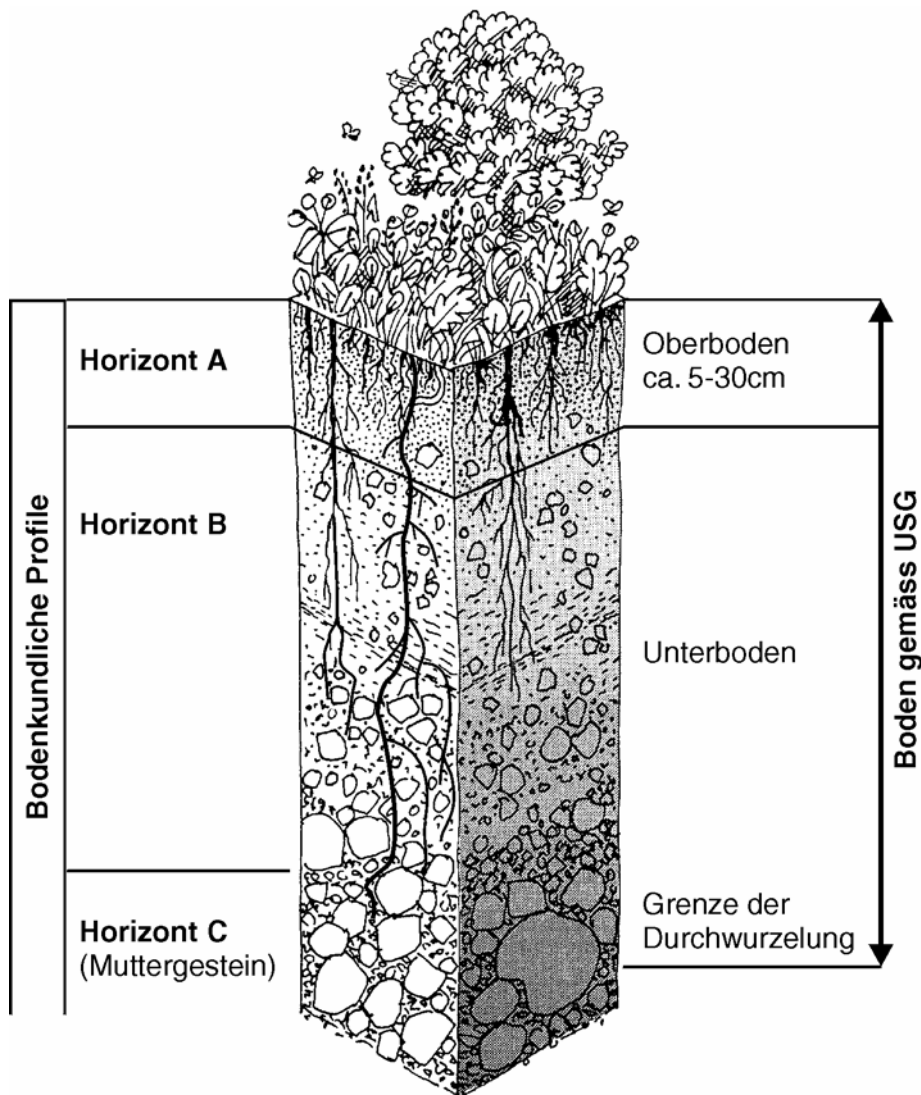
Das Landwirtschaftsgesetz verlangt zum Beispiel für Boden bewirtschaftende Betriebe, die Direktzahlungen beanspruchen wollen, einen ökologischen Leistungsausweis. Zu diesem gehört ein «geeigneter Bodenschutz» (Art. 70 LwG). Das LwG regelt zudem den Umgang mit landwirtschaftlichen Hilfsstoffen (Art. 158ff. LwG).

### 2 Zum Begriff Boden im USG

Für die Bodenkunde ist der Boden die oberste, gewöhnlich in die drei Horizonte A, B und C unterscheidbare Verwitterungsschicht der Erdkruste, wie sie im Laufe der Zeit unter der Einwirkung von Klima, Geländeform und Wasser sowie tierischer, pflanzlicher und menschlicher Aktivitäten aus dem Ausgangs-(Mutter-)Gestein entstanden ist (vgl. *Abb. 1*).

Das USG schränkt den Begriff «Boden» ein auf die «*oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können*» (Art. 7 Abs. 4<sup>bis</sup> USG). Diese so genannte Legaldefinition ergibt sich aus dem Zweckartikel des USG, der die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zum Ziel hat. Biologisch aktiv und damit eigentlich fruchtbar sind nur die obersten Teile der Erdkruste. Das Muttergestein, d.h. der felsige Untergrund wird demnach vom Bodenbegriff des USG nicht erfasst.

**Abbildung 1** Aufbau eines typischen, durchwurzelten Bodenprofils.



Gleiches gilt für versiegelte Böden, die überbaut oder mit Asphalt, Beton oder anderen undurchlässigen Stoffen überdeckt sind. Der Gas- und Wasseraustausch solcher Böden ist praktisch völlig unterbunden; sie haben ihr Filter- und Abbauvermögen und ihre Funktion als Substrat und Lebensraum für Pflanzen und Bodenlebewesen weitgehend verloren.

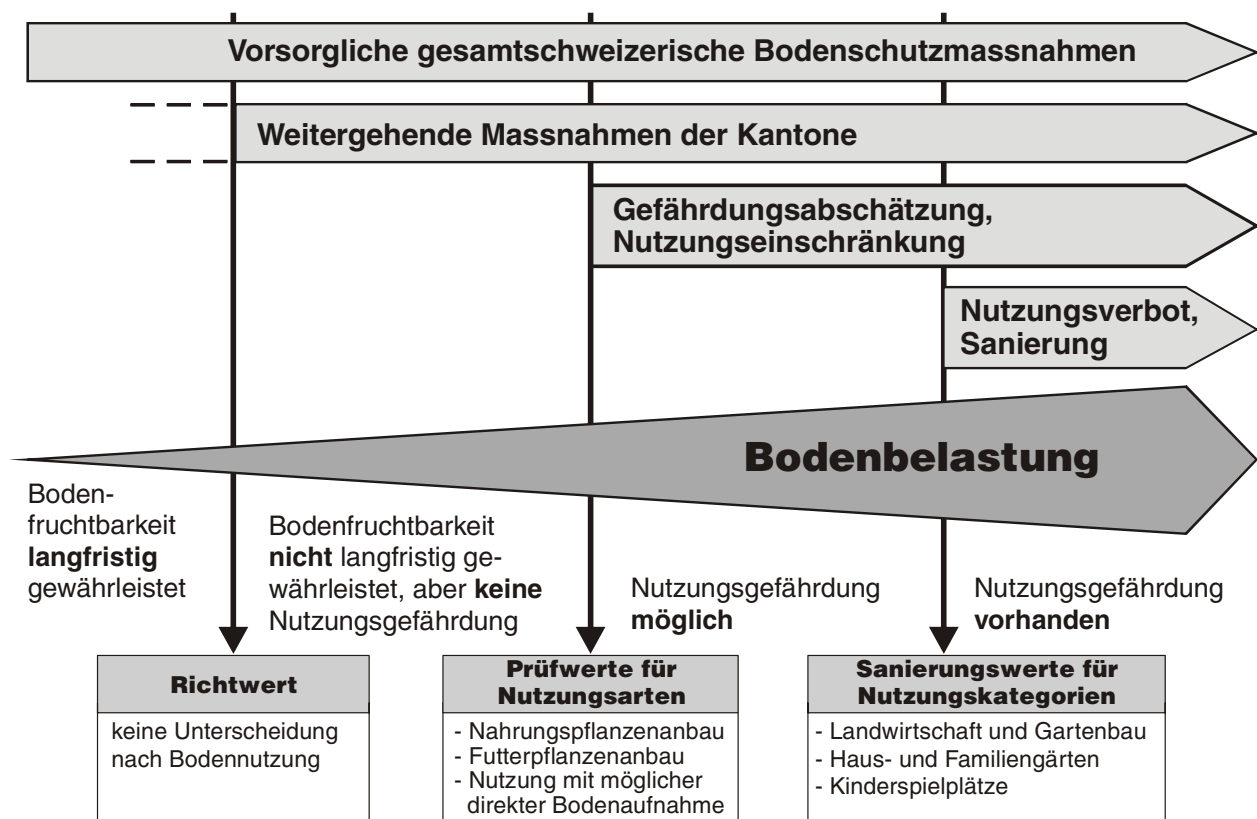
Demzufolge sind nach Artikel 33 Absatz 2 USG physikalische Bodenbelastungen durch «bauliche Nutzungen» aus der Sicht des Bodenschutzes zulässig. Unter «baulicher Nutzung» ist allerdings nur die endgültige Versiegelung des Bodens zu verstehen. Alle unüberbauten Flächen und unversiegelten Böden, aber auch die bei Bauvorhaben als Baupisten oder für Bauinstallationen vorübergehend beanspruchten Böden, fallen deshalb in den Geltungsbereich des Bodenschutzes nach USG.

### 3 Das Bodenschutzkonzept Schweiz

Die Bodenschutzregelung des USG und der VBBo entspricht dem in *Abbildung 2* dargestellten Konzept:

- Gesamtschweizerische Massnahmen begrenzen vorsorglich den Eintrag von Schadstoffen und Organismen in den Boden. In den bundesrätlichen Verordnungen, die sich mit Abwasser- versickerungen, bodenrelevanten umweltgefährdenden Stoffen (z.B. Dünger, Pflanzenbehand- lungsmittel) und Organismen, Luftemissionen (Blei, PAK, Säure) oder schadstoffhaltigen Abfällen (z.B. verschmutzter Aushub) befassen, muss zwingend die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit berücksichtigt werden (Art. 33 Abs. 1 USG). Da keine allgemeine Ver- ordnung des Bundes zur Begrenzung physikalischer Bodenbelastungen besteht, wird die vor- sorgliche Begrenzung dieser Einwirkungen in der VBBo selbst geregelt (Art. 6 und 7 VBBo).

**Abbildung 2** Das Bodenschutzkonzept der Schweiz



- Wenn diese vorsorglichen Massnahmen in einem bestimmten Gebiet nicht ausreichen, um die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu sichern, d.h. um die so genannten Richtwerte einzuhalten, ziehen die Kantone die Notbremse. Sie ordnen im Rahmen weiter gehender Massnahmen für das betroffene Gebiet einen Quellenstopp beziehungsweise zusätzliche Schutzmassnahmen an, die den weiteren Anstieg der chemischen, physikalischen oder biologischen Bodenbelastung verhindern (Art. 34 Abs. 1 USG). Zusammen mit den gesamtschweizerischen Massnahmen soll damit das Ökosystem Boden mit seinen Funktionen im Naturhaushalt langfristig erhalten werden.
- Liegt die chemische Bodenbelastung über dem Richtwert, tritt der Schutz der Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze in den Vordergrund. Dabei wird unterschieden zwischen einer



**möglichen** Gefährdung (ab Prüfwert) und einer **tatsächlichen** Gefährdung (ab Sanierungswert). Im Gegensatz zu den Richtwerten, die für alle Böden und Bodennutzungen gelten, berücksichtigen die Prüf- und Sanierungswerte die Art der Nutzung.

- Die bei Überschreitung der Prüf- und Sanierungswerte zu treffenden Gefährdungsabschätzungen, Nutzungseinschränkungen, Nutzungsverbote oder Sanierungen dienen vor allem der Gefährdungsabwehr. Auf den belasteten Böden sollen nur diejenigen Nutzungen zugelassen werden, die gefahrlos ausgeführt werden können. Bei land- und gartenbaulich genutzten Böden ist dies bei hoher Belastung meist nur nach einer eigentlichen Sanierung möglich (Art. 34 Abs. 2 und 3 USG).
- Die Umsetzung dieses vierstufigen Konzeptes bedarf stets zuverlässiger Kenntnisse der Belastungssituation der Böden. Deshalb beobachten und überwachen Bund und Kantone den Boden regelmässig (Art. 44 USG). Die erhobenen Daten dienen überdies der Erfolgskontrolle der angeordneten Massnahmen.

### III Zu den einzelnen Artikeln der Verordnung

#### Artikel 1 Zweck und Gegenstand (Geltungsbereich)

Wie dargestellt, ergeben sich die gesamtschweizerischen Massnahmen zum Schutze des Bodens gegen chemische und biologische Belastungen aus den Bundesvorschriften in den Bereichen Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe, Abfälle und Organismen.

Die VBBo regelt demgegenüber die Beobachtung, Überwachung und Beurteilung von Bodenbelastungen. Zudem bestimmt die VBBo die vorsorglichen Massnahmen gegen nachhaltige Bodenerosion und Bodenverdichtung und sagt, wie ausgehobener Boden zu behandeln ist. Schliesslich legt sie fest, was auf kantonaler Ebene zu tun ist, wenn in bestimmten Gebieten Bodenbelastungen über den Richt-, Prüf- und Sanierungswerten liegen und damit die Bodenfruchtbarkeit dort nicht mehr langfristig gewährleistet ist bzw. diese Böden eine Gefahr für Mensch, Tier und Pflanzen darstellen (können).

Die VBBo gilt für alle Böden, in denen Pflanzen wachsen können. Sie ist demnach auch für Gesteins- und Felsrohböden anwendbar, soweit auf diesen eine – selbst geringe – Vegetation gedeiht oder gedeihen kann. In der VBBo erfasst werden sowohl natürlich entstandene wie auch künstlich abgelagerte oder aufgelegte Böden (sog. technogene oder anthropogene Böden).

Gewässersedimente hingegen werden von der Verordnung nicht erfasst; als Teil des Ökosystems Gewässer sind sie Gegenstand des Gewässerschutzes. Werden sie ausgebagert, gelten für sie die gleichen Bestimmungen wie für Abfälle, die als Dünger oder Bodenverbesserungsmittel verwendet werden.

Nicht anwendbar ist die VBBo auf Böden, die zu einer Anlage gehören und deren bestimmungsgemässe Nutzung den Schutz ausschliesst. Als Teil der Anlage gelten sie nicht mehr als Böden. Beispiele für solche Böden sind Rasen von Fussballstadien, Böden von Schiessanlagen, Motocrosspisten, Versickerungsanlagen, klar definierte Sickerstreifen entlang von Strassen, offizielle, regelmässig genutzte Grün-Parkplätze bei Ausstellungen und Sportveranstaltungen.

## Artikel 2 Begriffe

**Absatz 1:** Die Definition des Begriffes Bodenfruchtbarkeit ist breit und geht weit über die Produktivität und Ertragsfähigkeit im agronomischen Sinn hinaus:

- Sie trägt den verschiedenen Funktionen des Bodens Rechnung (Bst. a);
- sie berücksichtigt die land- und forstwirtschaftliche Nutzung in angemessener Weise (Bst. b), und
- sie schliesst den Boden als indirekte (via Pflanzen) und direkte Gefährdungsquelle (Bst. c und d) ein.

Der neue Buchstabe d) trägt der Tatsache Rechnung, dass frischer bzw. staubförmiger Boden von Kindern auf Spielplätzen oder von Nutztieren beim Weiden und Freilauf direkt via Mund, Nase oder Haut aufgenommen werden kann. Dies soll ohne Gefährdung möglich sein.

**Absatz 2:** Der Begriff «chemische Bodenbelastung» erfasst auch natürliche, d.h. geogene Bodenbelastungen. Bei der Beurteilung namentlich der Gesundheitsgefährdung einer Belastung ist die Herkunft der Schadstoffe nämlich unerheblich.

Bei den organischen Schadstoffen, für welche die VBBo neue Belastungswerte enthält, handelt es sich um solche, die künstlich hergestellt werden oder bei chemischen Prozessen als Neben- oder Abfallprodukte entstehen. Allerdings können sie auch natürlich z.B. bei Waldbränden oder Vulkanausbrüchen auftreten.

Belastungen des Bodens durch radioaktive Stoffe werden von der VBBo nicht erfasst. Für solche Verunreinigungen gilt die Strahlenschutz- und Atomgesetzgebung (Art. 3 USG).

**Absatz 3:** Biologische Bodenbelastungen sind nachteilige Veränderungen der Bodenlebewelt durch eingeschleppte oder freigesetzte, standortfremde nicht pathogene, pathogene oder gentechnisch veränderte Organismen. Phytomedizinische Belastungen durch Schädlinge, die im Boden leben und von dort direkt die Pflanzen schädigen (z.B. Nematoden), gelten nicht als biologische Belastungen. Das Ziel des Schutzes gegen biologische Bodenbelastungen ist die Erhaltung der standorttypischen, artenreichen und biologisch aktiven Lebensgemeinschaft des Bodens im Sinne von Artikel 2 Absatz 1 VBBo. Die Definition des Begriffes ist nötig, da dieser bereits in Artikel 33 USG verwendet wird, aber auch als Querbezug zur *Freisetzungsverordnung (FSV) vom 25. August 1999*, welche den Schutz des Bodens vor unerwünschten Organismen gewährleisten muss. Zurzeit ist es noch nicht möglich, diesen Schutz weiter zu konkretisieren. Die Quarantänebestimmungen der *Verordnung vom 5. März 1962 über Pflanzenschutz (SR 916.20)* sollen im Übrigen die Einschleppung fremder Pflanzenschädlinge via Pflanzenimport verhindern helfen.

**Absatz 4:** Physikalische Belastungen sind nachteilige Veränderungen der Struktur, des Aufbaus und der Mächtigkeit des Bodens, die direkt oder indirekt vom Menschen verursacht werden. Sie treten auf als Erosion (Abtrag und Verfrachtung lockerer Bodenteile durch Wasser und Wind), Verdichtung (mechanisches Verpressen von Bodenhohlräumen und Aggregatzerstörung), Schichtvermischung (Veränderung des natürlichen Bodenaufbaus z.B. beim Bauen) und als Bodenschwund (Bodenverlust durch Mineralisierung organischer Böden nach Entwässerungen).

Keine physikalischen Belastungen im Sinne der VBBo sind die natürliche Erosion auf nicht ackerbaulich genutzten Böden sowie Murgänge und flächenhafte Erdrutsche, soweit diese nicht auf unsachgemässe Bewirtschaftung des Bodens zurückzuführen sind (z.B. Überweidung durch Schafe).

**Absatz 5:** Die in der VBBo verwendeten Richt- und Sanierungswerte werden bereits auf Gesetzesstufe in Artikel 35 USG definiert:

- **Richtwerte** dienen der Vorsorge und sind ein Mass zur Beurteilung der langfristigen Fruchtbarkeit des Bodens. Ihr Schutzziel ist demnach das Bodenökosystem als Ganzes.
- **Sanierungswerte** andererseits dienen der Gefährdungsabwehr und sind ein Mass für eine bestehende Gefährdung von Mensch, Nutztieren und Nutzpflanzen. Es ist jedoch unter bestimmten Umständen möglich, dass bereits bei Belastungen unter den Sanierungswerten eine gesundheitliche Gefährdung besteht.
- **Prüfwerte**, die gestützt auf Artikel 39 Absatz 1 USG eingeführt werden, stellen die Schwelle zu einer solchen möglichen Gefährdung dar. Ihre Überschreitung verpflichtet die Kantone zu prüfen, ob eine konkrete Gefährdung besteht. Sie löst jedoch noch keine direkten Abwehrmassnahmen (z.B. Nutzungseinschränkungen) aus. Solche werden erst erforderlich, wenn die Einzelfalluntersuchung die vermutete Gefährdung bestätigt. Prüfwerte schwächen den vorsorglichen Bodenschutz in keiner Weise ab (kein Aushöhlen von Richtwerten).

### **Artikel 3 und 4 Beobachtung und Überwachung der Bodenbelastung**

Der Bund und die Kantone teilen sich in diese für einen wirkungsvollen Bodenschutz unerlässliche Aufgabe.

Der **Bund** betreibt gegenwärtig an 105 für Nutzung und Bodentyp repräsentativen Standorten das **Nationale Bodenbeobachtungsnetz NABO** (Art. 3 Abs. 1 VBBo). Dieses langfristig konzipierte Referenznetz erfasst die «normale» Belastung der Böden der Schweiz. Das NABO existiert seit 1984. Es wird vom BUWAL und BLW gemeinsam betrieben. Erfasst werden zurzeit nur chemische Parameter, für welche die VBBo Richt- oder Prüfwerte enthält. Die Formulierung in der VBBo schliesst aber bei Bedarf eine Ausweitung des NABO auf physikalische oder biologische Messgrössen nicht aus; Vorabklärungen dazu sind im Gange.

Die **Kantone** ergänzen und vertiefen die Erkenntnisse aus dem NABO vor allem durch Untersuchungen von Böden mit vermuteter oder erwiesener erhöhter Belastung, aber auch durch Untersuchungen zur Erfassung lokaler oder regionaler Eigenheiten oder spezieller bodenkundlicher oder politischer Sensitivitäten. Im Hinblick auf die Anordnung emissionsbegrenzender und Gefahren abwehrender Massnahmen können sich die Kantone vor allem bei stark belasteten Böden («Hotspots») nicht mit einer blossen gelegentlichen Beobachtung begnügen. Sie müssen diese Belastungen mit Blick auf ihre Auswirkungen und den Erfolg von Schutzmassnahmen **überwachen** (Art. 4 Abs. 1 VBBo).

Zur unerlässlichen landesweiten Vergleichbarkeit der Resultate aller Bodenuntersuchungen leistet das NABO auch methodische Vorgaben. Zudem sichert es durch regelmässige Ringversuche mit Bodenlabors die Datenqualität.

Da der räumliche Auflösungsgrad des NABO für flächenbezogene Aussagen nicht ausreicht, werden im Rahmen des NABO auch einmalige Ergänzungsuntersuchungen durchgeführt, mit denen die landesweite Belastung durch bestimmte Emittenten (z.B. Verkehr) oder Schadstoffarten (z.B. Kupfer) ermittelt wird. An bestimmten NABO-Standorten werden überdies zur Früherkennung und Prognose schädlicher Bodenbelastungen, aber auch zur besseren Interpretation der Messergebnisse, Stoffflüsse untersucht.

Die Verordnung verpflichtet das BUWAL und die Kantone, sich gegenseitig über die Ergebnisse zu informieren. Angesichts des öffentlichen Interesses sollen diese auch veröffentlicht und zugänglich gemacht werden. Das BUWAL ist auch für die Orientierung anderer Bundesstellen und ausländischer Interessenten verantwortlich (Art. 3 Abs. 2 und Art. 4 Abs. 3 VBBo).

Die publizierten Daten müssen erläutert werden, damit sie verstanden und richtig interpretiert werden. Sie werden in der Regel nur in einer allgemeinen Form ohne Einzelheiten publiziert, die Rückschlüsse auf ganz bestimmte Parzellen zulassen. Ein Anspruch auf Herausgabe noch nicht veröffentlichter Messergebnisse an Private besteht nicht; bis zu ihrer Publikation bleiben die Daten vertraulich. Die Behörde kann den Grundeigentümer auf Anfrage hin über die Belastung seiner Parzelle unterrichten; übrigen Interessenten darf sie Messergebnisse nur in nicht parzellenscharfer Form bekannt geben (vgl. Kommentar USG, N 18 zu Art. 35).

Artikel 4 Absatz 2 VBBo verpflichtet BUWAL und BLW (einschliesslich dessen Forschungsanstalten), den Kantonen Methoden zur Überwachung der Bodenbelastungen zur Verfügung zu stellen. Im Vordergrund werden in nächster Zeit solche zur Ermittlung organischer Schadstoffe und Schadverdichtungen stehen. Die Neuordnung der landwirtschaftlichen Forschung sieht die *Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz (Agroscope FAL Reckenholz)*, als Kompetenzzentrum für chemische und physikalische Bodenbelastungen vor.

## **Artikel 5 Beurteilung der Bodenbelastung**

**Absatz 1:** Bodenbelastungen werden durch die zuständige Vollzugsbehörde beurteilt. Dazu stehen Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für chemische Bodenbelastungen und Richtwerte für die Erosion auf Ackerflächen zur Verfügung (Anhänge 1–3 der VBBo).

Richt-, Prüf- und Sanierungswerte gelten grundsätzlich für den ganzen durchwurzelbaren Boden, obschon sie sich aus methodischen Gründen meist auf eine Bodenprobe aus den obersten 5 bzw. 20 cm des untersuchten Bodens beziehen.

Es werden nur Belastungswerte für Stoffe festgelegt, die nicht oder nur schwer abbaubar sind und sich deshalb im Boden anreichern und die auf Grund der bisherigen Erfahrungen tatsächlich Bodenschutzprobleme verursachen können. Es sind Stoffe, die via Pflanzen in die Nahrungskette gelangen, direkt aufgenommen werden, die Bodenorganismen schwächen, landwirtschaftliche Erträge mindern oder die Bodenstruktur nachteilig verändern können.

Keine Richt-, Prüf- oder Sanierungswerte gibt es deshalb für Phosphor und Nitrat. Beides sind keine Bodenschadstoffe. Das Problem der Belastung von ober- und unterirdischen Gewässern durch diese Stoffe wird über die Gewässerschutzgesetzgebung geregelt.

Richtwerte werden nur für Stoffe von gesamtschweizerischer Relevanz festgelegt, bei denen emissionsbegrenzende Massnahmen nach Artikel 8 Absatz 3 VBBo möglich sind. Ein Richtwert für Arsen ist beispielsweise wenig sinnvoll, weil die Verwendung von Arsen in allen bodenrelevanten Produkten in der Schweiz verboten ist. Mit dieser Begründung wird auch auf einen Richtwert für die polychlorierten Biphenyle (PCB) verzichtet.

**Absatz 2:** Es ist nicht möglich, für alle Belastungsarten, die den Boden beeinträchtigen, Richtwerte festzulegen. Fehlen solche, so wird anhand der Legaldefinition der Bodenfruchtbarkeit (Art. 2 VBBo) im Einzelfall beurteilt, ob die Fruchtbarkeit langfristig noch gewährleistet ist. Da-

bei müssen die Auswirkungen auf die verschiedenen Funktionen und Eigenschaften des Bodens geprüft werden (vgl. *Wegleitung Bodenfruchtbarkeit 1991*).

**Absatz 3:** Auch wenn für bestimmte Nutzungen und Stoffe Prüf- und Sanierungswerte fehlen, muss trotzdem im Einzelfall beurteilt werden, ob eine Bodenbelastung die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen gefährdet. Allerdings steht hiezu keine Legaldefinition gemäss Artikel 2 Absatz 1 VBBo zur Verfügung. Die Herleitung der vorhandenen Prüf- und Sanierungswerte ist aber in der Publikationsreihe Umweltmaterialien nachvollziehbar veröffentlicht worden (UM-Boden Nr. 83 und 96). Wegen der Komplexität der Materie ist das BUWAL jedoch verpflichtet, für die Beratung der Kantone zu sorgen. Dies wird unter anderem in Form von Vollzugshilfen und durch Unterstützung gezielter Forschungsprojekte gewährleistet.

### **3. Abschnitt Vermeidung nachhaltiger Bodenverdichtung und -erosion, Umgang mit ausgehobenem Boden**

#### **Allgemeines**

Der physikalische Bodenschutz nach VBBo behandelt im Wesentlichen drei Aspekte, nämlich:

- den Schutz des Bodens vor Verdichtung, d.h. vor Strukturveränderungen als Folge hoher Druck- und Scherspannungen, die durch Maschinen oder Fahrzeuge auf den Boden übertragen werden (Art. 6 Abs. 1 VBBo);
- die Verhinderung der Erosion, d.h. des Bodenverlustes als Folge des Abtrags von Bodenteilchen durch Wasser an der Bodenoberfläche (Art. 6 Abs. 2 VBBo), und
- den Schutz des Bodens vor Schäden bei Abtrag, Deponierung, Umlagerung und Neuschüttung von Bodenmaterial im Zusammenhang mit Rohstoffabbau und Baustellen (Art. 7 VBBo).

Den Bodenschwund beispielsweise bei anmoorigen, drainierten Böden erwähnt die VBBo nicht. Intakte Moorböden sind durch das Natur- und Heimatschutzgesetz (Art. 23 a–d NHG) ausreichend geschützt und geschädigte Moorböden können nicht wiederhergestellt werden, weil keine praktikablen Massnahmen zur Behebung von Bodenschwund bekannt sind.

Schutzziel ist auch hier die langfristige Sicherung der Multifunktionalität des Bodens gemäss Artikel 2 VBBo. Das konkrete Schutzziel hängt jeweils von den spezifischen Standortverhältnissen ab und muss fallweise definiert werden.

Entsprechend Artikel 33 Absatz 2 USG werden nur nachhaltige, d.h. dauerhafte Beeinträchtigungen der Bodenstruktur und -mächtigkeit erfasst. Erosionsvorgänge sind dann als dauerhaft, d.h. als schädlich zu beurteilen, wenn die jährliche Abtragsrate regelmässig, d.h. über mehrere Jahre hinweg, über den Richtwerten von Anhang 3 VBBo liegt. Dann ist die Bodenfruchtbarkeit nicht mehr langfristig gewährleistet. Aber auch die auf unsachgemässe Bewirtschaftung zurückzuführenden Rutschungen in steilen Hanglagen des Berggebiets müssen als schädliche Erosion bewertet werden.

Schwieriger ist die Grenzwertsetzung bei der Bodenverdichtung, da die Wirkung einer mechanisch-physikalischen Belastung auf den Boden von seinem standortbedingten Aufbau (Bodentyp, Körnung usw.) wie auch von seinem situationsbedingten Zustand (aktuelle Bodenfeuchte, Bestockung, Vorbelastung usw.) abhängt. Zudem besitzen die Böden auch noch eine gewisse, aber begrenzte Kapazität, sich mit der Zeit zu erholen. Auf Grund praktischer Erfahrungen kann eine Schadverdichtung dann als nachhaltig im Sinne des USG bezeichnet werden, wenn ihre Auswir-

kungen länger als 5–7 Jahre feststellbar sind, d.h. sich die Bodenschäden in dieser Zeit – selbst mit technischer Starthilfe (z.B. meliorativer Bodenbearbeitung) – nicht natürlicherweise regenerieren. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn der Unterboden verdichtet wird.

Zurzeit gibt es allerdings noch keine allgemein anerkannten, praxisgerechten und in Normen fassbare Methoden und Indikatoren zur Messung und Beurteilung nachhaltiger Bodenverdichtungen. Die wissenschaftlichen Untersuchungen dazu sind jedoch angelaufen.

An sich sollte eine gute landwirtschaftliche Praxis, wie sie heute gemäss Landwirtschaftsgesetz von 1998 für die Integrierte Produktion und den Biologischen Landbau vorgeschrieben ist, zu keinen nachhaltigen physikalischen Bodenbelastungen führen. Voraussetzung ist jedoch, dass die Vorschriften des ökologischen Leistungsnachweises parzellenscharf durchgesetzt werden (Kontrolle und allenfalls Sanktionen bei Nichterfüllen) und die landwirtschaftliche Praxis periodisch den neuen Entwicklungen, z.B. im Landmaschinenbau, angepasst wird.

Da auch beim physikalischen Bodenschutz «Reparaturen» nur in begrenztem Ausmass möglich sind und das Fachwissen noch sehr lückenhaft ist, müssen die Anstrengungen, wie der Titel des Kapitels besagt, vor allem auf die **Vermeidung** von Beeinträchtigungen konzentriert werden.

## **Artikel 6 Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion**

**Absatz 1** gilt für alle Tätigkeiten, die zu nachhaltigen Verdichtungen (Schadverdichtungen) oder zu andern dauerhaften Strukturveränderungen des Bodens (z.B. Eingriffe in die Bodenschichtung) führen. Der Vorbehalt in Artikel 33 Absatz 2 USG, wonach der physikalische Bodenschutz «... nicht für die bauliche Nutzung des Bodens» gilt, vermag daran nichts zu ändern. Er bringt lediglich zum Ausdruck, dass überbauter Boden nicht Gegenstand des Bodenschutzes ist, da dieser sich ja definitionsgemäss nur mit offenem, durchwurzelbarem Boden befasst (Art. 7 Abs. 4<sup>bis</sup> USG). Nur was direkt unter Bauwerken liegt, entzieht sich dem Bodenschutz. Baupisten und andere temporäre Bauinstallationen fallen hingegen innerhalb und ausserhalb der Bauzonen in den Geltungsbereich der VBBo.

Zur Verhütung von Waldschäden werden die Kantone im Übrigen auch nach Artikel 28 Buchstabe d WaV angehalten, Massnahmen zur Verminderung physikalischer Belastungen von Waldböden zu ergreifen.

Vielerorts sind ackerbaulich genutzte Oberböden als Folge der bisherigen Bewirtschaftung mehr oder weniger vorverdichtet und mit einer Pflugsohle versehen. Es wäre falsch, davon abzuleiten, auf solchen Böden könnten nun Maschinen mit grösserem Auflagedruck als auf vergleichbaren, aber nicht vorverdichteten Böden eingesetzt werden. Dies käme einem unzulässigen Auffülldenken gleich und widerspräche dem Vorsorgeziel des Bodenschutzes. Pedologisch vergleichbare Böden sind bezüglich Schutz vor physikalischen Belastungen gleich zu behandeln.

**Absatz 2:** Obschon Anhang 3 VBBo lediglich Richtwerte für die Erosion auf Ackerflächen enthält, gilt Absatz 2 auch für andere erosionsauslösende Bodennutzungen, wie z.B. für Skipistenplanierungen. Dabei gilt auch hier der Grundsatz: «Je flachgründiger ein Boden, umso kleiner der tolerierbare Bodenabtrag».

Landwirtschaftliche Meliorationen können Bodenerosion und Bodenverdichtung verursachen, wenn bei ihrer Ausführung dem Bodenschutz zu wenig Rechnung getragen worden ist und der Boden darnach nicht angepasst bewirtschaftet wird. Falls solche Unzulänglichkeiten festgestellt

werden und diese nicht mit einzelbetrieblichen Massnahmen behoben werden können, sind einvernehmliche Lösungen auf regionaler Ebene anzustreben. Soweit nötig werden sie vom Kanton angeordnet. Dies gilt namentlich auch für das Problem der so genannten Talwegerosion. Darunter versteht man die Erosion auf Ackerböden, die durch konzentrierten Abfluss von Oberflächenwasser verursacht wird.

## **Artikel 7    Umgang mit ausgehobenem Boden**

Erdmaterial der Bodenhorizonte A und B ist kein amorpher, unbelebter Stoff. Es ist vielmehr strukturiert, durchlüftet und belebt. Diese Eigenschaften lassen den Boden seine Funktionen im Naturhaushalt erfüllen und machen seine Fruchtbarkeit aus.

Jeder bauliche Eingriff zerstört zwar irreversibel die natürlich gewachsene Struktur des Bodens. Durch sorgfältigen und fachgerechten Umgang mit dem Bodenaushub lassen sich die Schäden jedoch so weit begrenzen, dass der Boden seine frühere Funktionsfähigkeit nach der Rekultivierung wieder weitgehend zurückerhält.

**Absatz 1** postuliert eine allgemeine Sorgfaltspflicht beim Umgang mit ausgehobenem Boden (= Aushub der Horizonte A und B; Gegenstück zu mineralischem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial). Sie gilt unabhängig davon, ob dieser weiterverwendet wird oder nicht. Die Sorgfaltspflicht verhindert, dass guter Boden mit dem Hinweis, er werde ohnehin nicht mehr gebraucht, zerstört wird. Absatz 1 dient dem Ziel des Bodenschutzes, ausgehobenen Boden soweit wie möglich zu verwerten (vgl. auch Art. 30 Abs. 2 USG).

**Absatz 2** enthält zwei spezielle Auflagen, welche diese Verwertung betreffen. **Buchstabe a** bezieht sich auf die Rekultivierung z.B. einer Bau- oder Materialentnahmestelle nach dem Eingriff, aber auch auf das Vorgehen, wenn ausgehobener Boden ausserhalb der Entnahmestelle eingesetzt wird, z.B. bei Terrainveränderungen. Es geht unter anderem um die Wiederherstellung der natürlichen Schichtfolge, den Einsatz bodenschonender Maschinen und eine angepasste Nachfolgebewirtschaftung. Kurzfristig bedeutet hier ca. 3–5 Jahre.

**Buchstabe b** soll verhindern, dass Böden durch Zufuhr von verunreinigtem ausgehobenem Boden neu oder zusätzlich verschmutzt werden. Da chemische Bodenbelastungen äusserlich kaum als solche erkennbar sind, besteht nämlich die Gefahr, dass verschmutzter Aushub z.B. bei neuen Garten- oder Grünanlagen, landwirtschaftlichen Terrainanpassungen oder Rekultivierungen eingesetzt wird und so neue Belastungen geschaffen werden. Dies kann unwissentlich oder willentlich zum Einsparen von Entsorgungsgebühren geschehen. In der Praxis ist es deshalb unerlässlich, bei Verdacht den Schadstoffgehalt des zuhebenden Bodens festzustellen und die Ergebnisse dem Abnehmer und der Bodenschutzbehörde im Hinblick auf eine sachgemässe Verwertung oder Ablagerung des Bodenaushubs mitzuteilen. Bei der Verwertung belasteten Bodenaushubs gilt im Übrigen das Verdünnungsverbot nach Artikel 9 TVA. Der Schadstoffgehalt des Aushubs darf nicht durch Vermischen mit schwächer oder nicht verunreinigtem Bodenmaterial künstlich gesenkt werden.

Die in Artikel 7 aufgestellten Grundsätze werden in verschiedenen Vollzugshilfen konkretisiert: Auf Bundesebene sind dies beispielsweise der Leitfaden «*Bodenschutz beim Bauen*» (2001) oder die Wegleitung «*Verwertung von ausgehobenem Boden*» (2001). Auch verschiedene Kantone stellen solche Hilfen zur Verfügung. Von besonderer Bedeutung sind die Rekultivierungsrichtlinien des *Schweiz. Fachverbands für Sand und Kies (FSK/2001)* und die drei neuen *SN-Normen Erdbau, Boden* (SN 640 581 a, SN 640 582 und SN 640 583 1999/2000). Letztere wurden

gestützt auf Artikel 12 Absatz 2 VBBo gemeinsam mit der *Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS)* erarbeitet. Sie setzen das Gedankengut der Artikel 6 und 7 VBBo für das Baugewerbe praxiskonform um und werden – und dies macht sie besonders wertvoll – als Bestandteil der allgemeinen Vertragsgrundlagen bei Bauprojekten in der Regel zitiert.

#### **4. Abschnitt      Weiter gehende Massnahmen bei belastetem Boden**

##### **Allgemeines**

Die gesamtschweizerischen Massnahmen zum Schutze des Bodens in den Bereichen Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe, Abwasserversickerung, Abfälle usw. orientieren sich an höchstens schwach belasteten Böden. Die Schwermetallimmissionsgrenzwerte der LRV oder die Frachtbegrenzungen für die Klärschlammverwendung in der ChemRRV können logischerweise nicht für Böden Geltung haben, die bereits stärker belastet sind. Deshalb sieht das USG in Artikel 34 weiter gehende orts- und situationsspezifische Massnahmen der Kantone vor.

Die weiter gehenden Massnahmen sollen verhindern, dass die Bodenfruchtbarkeit durch einen zusätzlichen Anstieg der Bodenbelastung tatsächlich beeinträchtigt wird, oder – sofern Beeinträchtigungen bereits eingetreten sind – wenigstens dafür sorgen, dass Menschen, Tiere oder Pflanzen durch den belasteten Boden nicht gefährdet werden.

Das Konzept der weiter gehenden Massnahmen umfasst drei Stufen (vgl. *Abb. 2*), nämlich:

- Massnahmen bei bereits überschrittenen Richtwerten oder bei deutlichem Anstieg einer Belastung durch Schadstoffe und Bodenerosion mit und ohne Richtwerte (Art. 8 VBBo);
- Massnahmen zur Abwehr einer Gefährdung bei Prüfwertüberschreitung, wenn eine gesundheitliche Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen möglich ist (Art. 9 VBBo), und
- Massnahmen zur Abwehr einer Gefährdung, wenn die Sanierungswerte überschritten sind und die gesundheitliche Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen Gewissheit ist (Art. 10 VBBo).

In Artikel 8 VBBo wird der Boden als Opfer von Einwirkungen, in den Artikeln 9 und 10 hingegen als Quelle von Einwirkungen behandelt. Entsprechend wechselt das Schutzgut: In Artikel 8 wird die Bodenfruchtbarkeit, in den Artikeln 9 und 10 die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen geschützt. Bei den Tieren und Pflanzen stehen dabei im weitesten Sinn Nutztiere und Nutzpflanzen, d.h. höhere Tiere und Pflanzen, im Vordergrund.

#### **Artikel 8      Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Richtwerte**

Ergeben eidgenössische, kantonale oder private Bodenuntersuchungen Hinweise darauf, dass in einem bestimmten Gebiet ein oder mehrere Richtwerte erreicht oder überschritten sind und dass damit dort die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht mehr gewährleistet ist, so müssen die Kantone handeln. Dazu verpflichtet sind sie auch dann, wenn sich zeigt, dass die Bodenbelastung zwar noch unterhalb der Richtwert-Niveaus liegt, jedoch so rasch ansteigt, dass die Richtwerte – ohne Abwehrmassnahmen – in absehbarer Zeit überschritten würden und damit die langfristige Bodenfruchtbarkeit gefährdet wäre. Das Vorgehen der Kantone ist mehrstufig.

**Absatz 1:** In einem ersten Schritt grenzen sie das Belastungsgebiet allenfalls durch weitere Untersuchungen möglichst genau ab. Dann ermitteln sie, woher die Schadstoffe, die den Boden bela-



sten, stammen. Weiter gehende Massnahmen dürfen nämlich nur solchen natürlichen oder juristischen Personen auferlegt werden, denen die erhöhte Belastung einzeln oder im Verein mit anderen Quellen zugerechnet werden kann.

**Absatz 2:** Steht die Ursache der Belastung fest, prüfen die Kantone, ob ein konsequenter Vollzug der vorsorglichen Massnahmen nach Bundesrecht in den Bereichen Abfall, Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe usw. genügt, um den weiteren Anstieg der Belastung innert nützlicher Frist, d.h. etwa innerhalb von fünf Jahren, zu stoppen. Sie vergewissern sich insbesondere, dass die geltenden Vorschriften von allen relevanten Verursachern tatsächlich eingehalten werden. Ausserdem schätzen sie ab, inwieweit ausstehende Sanierungen von emittierenden Anlagen geeignet sind, Schadstoffeinträge in den Boden zu vermindern. Vollzugsdefizite im Bereich der gesamtschweizerischen vorsorglichen Bodenschutzmassnahmen dürfen nicht durch weiter gehende Massnahmen der Kantone im betroffenen Gebiet kompensiert werden.

**Absatz 3:** Zeigen diese kantonalen Abklärungen, dass die ordentlichen Massnahmen nach Bundesrecht für den langfristigen Schutz der Bodenfruchtbarkeit im betroffenen Gebiet nicht genügen, so ergreifen die Kantone weiter gehende Bodenschutzmassnahmen nach Artikel 34 Absatz 1 USG. Diese bestehen in gezielter, gegen die zu stoppenden Belastungsquellen gerichteter Verschärfung der gesamtschweizerischen Bodenschutzmassnahmen. Die Kompetenz der Kantone zur Verschärfung beschränkt sich hierbei allerdings auf die in Artikel 34 Absatz 1 abschliessend genannten Bereiche Abwasserversickerung, Verwendung von Stoffen und Organismen, Emissionsbegrenzungen bei Anlagen sowie physikalische Bodenbelastungen. Die Vorschriften in den übrigen in Artikel 33 Absatz 1 USG genannten bodenschutzrelevanten Bereichen wie Katastrophenschutz, Anforderungen an Stoffe und Organismen, Abfälle und Lenkungsabgaben dürfen von den Kantonen demnach nicht verschärft werden. Die Kompetenz hierzu ist beim Bund.

Absatz 3 verlangt im Übrigen, dass die Massnahmen nur **im erforderlichen Mass** angeordnet werden. Sie müssen verhältnismässig sein, d.h.:

- Die Massnahme muss geeignet sein, zumindest einen nennenswerten Beitrag zum Quellenstopp zu leisten.
- Sie darf nicht über das Notwendige hinausgehen, dieses aber auch nicht unterschreiten.
- Sie muss in einem vernünftigen Verhältnis zum gewichtigen Ziel der langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit stehen, wobei die Zumutbarkeit sich aber **nicht** an den technischen und betrieblichen Möglichkeiten oder der wirtschaftlichen Tragbarkeit zu orientieren hat.

Zu den weiter gehenden Massnahmen der Kantone zählen namentlich

- verschärfte Anforderungen an Abwasserversickerungen (z.B. Stopp der Versickerungen, Vorbehandlung des Abwassers);
- verschärfte, über die LRV hinausgehende Emissionsbegrenzungen bei Anlagen;
- örtlich begrenzte **Verwendungsbeschränkungen** für Stoffe wie Pflanzenschutzmittel, Dünger, Klärschlamm, Kompost, soweit diese Bodenschadstoffe enthalten;
- verschärfte Bewirtschaftungsmassnahmen zur Vermeidung weiterer physikalischer Belastungen.

Die in Artikel 8 Absatz 3 VBBo noch enthaltene Mitteilungspflicht an das BUWAL ist im Zusammenhang mit Artikel 11 VBBo zu sehen. Es ist nämlich denkbar, dass es sich bei der in Frage stehenden lokalen Bodenbelastung tatsächlich um ein gesamtschweizerisches Bodenschutzpro-

blem handelt, das statt durch örtlich begrenzte kantonale Massnahmen mit Vorteil durch eine Verschärfung der Bundesvorschriften zu lösen ist.

**Absatz 4:** In der Regel sind Bodenbelastungen nicht mehr rückgängig zu machen. Neben dem Bestreben, solche Beeinträchtigungen möglichst vorsorglich zu verhindern, muss in denjenigen Fällen, in denen dennoch eine bedenkliche Bodenverunreinigung festgestellt wird, möglichst schnell gehandelt werden. Die Verordnung sieht hierfür eine relativ kurze Frist von 5 Jahren vor.

## **Artikel 9 Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Prüfwerte**

Die VBBo enthält Prüfwerte für die Nutzungsarten Nahrungspflanzenanbau und Futterpflanzenanbau sowie für Nutzungen mit möglicher direkter, d.h. oraler, inhalativer oder dermalen Bodenaufnahme. Diese drei Nutzungsarten entsprechen den wesentlichen gefährdungsrelevanten Wirkungspfaden zu den Schutzgütern Menschen, Tiere und Pflanzen. Nicht berücksichtigt wurde die Gesundheit von Pflanzen hinsichtlich Wachstum, weil bei Überschreiten eines entsprechenden Prüfwerts eine Nutzungseinschränkung keinen Sinn machen würde.

Ein weiterer gefährdungsrelevanter Wirkungspfad ist die Verlagerung von Schadstoffen ins Grundwasser. Dieser wird jedoch im Allgemeinen durch das Gewässerschutzgesetz und bei belasteten Standorten in der Altlastenverordnung geregelt.

**Absatz 1:** Sind in einem Gebiet ein oder mehrere Prüfwerte überschritten, kann nicht mehr ausgeschlossen werden, dass Menschen, die dort spielen, arbeiten oder Sport treiben, sowie Tiere, die dort weiden, und Pflanzen, die auf solchen Flächen wachsen, durch direkte Aufnahme verunreinigter Bodenpartikel oder durch Schadstoffaufnahmen aus der Bodenlösung gefährdet werden.

Da das USG für allfällige Schutzmassnahmen den Nachweis einer konkreten Gefahr verlangt, müssen die Kantone bei Prüfwertüberschreitungen fallweise die Gefahrenlage analysieren und bewerten. Das BUWAL unterstützt dabei die Kantone durch Beratung und fachliche Grundlagen.

Ergeben diese Abklärungen keine konkrete Gefährdung, so darf die aktuelle Bodennutzung beibehalten werden. Solche Standorte müssen aber gemäss Artikel 4 VBBo intensiv überwacht werden, da sich bei einer relevanten Nutzungsänderung oder einer Veränderung der Bodenverhältnisse auch die Gefährdungssituation ändern kann.

**Absatz 2:** Bestätigt die Untersuchung im Einzelfall eine konkrete Gefährdung, so schränken die Kantone die Nutzung im erforderlichen Mass ein. Die Art der Massnahmen hängt vom Einzelfall ab. Diese kann von Nutzungsempfehlungen über Nutzungseinschränkungen bis hin zu Nutzungsverbote als schärfste Massnahme reichen. Bei geringer Gefährdung stehen Nutzungsempfehlungen im Vordergrund. Bei mittleren Gefährdungen müssen Nutzungseinschränkungen verfügt werden. Ist die Gefährdung gross und besteht keine andere Möglichkeit zur Gefährdungsabwehr als das Verbot der Nutzung, so muss ein solches verfügt werden.

Nutzungsempfehlungen sind z.B. Hinweise zum zweckmässigen Umgang mit Düngern oder Informationen für Bewirtschafter über das Akkumulationsverhalten von Pflanzen gegenüber Bodenschadstoffen. Sie erfolgen direkt an die Betroffenen, z.B. in Form von Informationsbroschüren.

Nutzungseinschränkungen sind behördlich verfügte Massnahmen wie die Beschränkung des Anbaus auf wenig schadstoffakkumulierende Nahrungs- oder Futterpflanzen. Nutzungsverbote las-

sen keinen Spielraum mehr offen. Es können Zutrittsverbote (z.B. bei Kinderspielflächen), Weideverbote, Ernte- und Verwertungsverbote verfügt werden. Nutzungseinschränkungen und -verbote erfolgen in Form einer behördlichen Verfügung.

Eine weitere Möglichkeit der Gefährdungsabwehr ist die raumplanerische Umnutzung. Eine landwirtschaftlich genutzte Fläche kann z.B. zu einer Freifläche umgezont werden. Solche Umnutzungen erfolgen in Zusammenarbeit mit den Raumplanungsbehörden.

Eine eigentliche Sanierungspflicht nach USG (Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit) besteht indessen nicht, d.h., die Vollzugsbehörde kann keine Sanierung verlangen.

Ziel jeder Nutzungsbeschränkung bzw. -änderung ist allein die Gefahrenabwehr. Nutzungseinschränkungen nach Artikel 34 Absatz 2 USG, vor allem bei gartenbaulich, forst- oder landwirtschaftlich genutzten Böden, können unter Umständen zu finanziellen Einbussen der Grundeigentümer oder Pächter führen. Eine **Entschädigungspflicht** des Gemeinwesens wegen materieller Enteignung besteht indessen nicht, da es sich bei solchen Nutzungsbeschränkungen um eine gegen den Störer gerichtete polizeiliche Eigentumsbeschränkung handelt, mit der eine konkrete Gefahr für die öffentliche Gesundheit abgewendet werden soll (Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen). Nutzungseinschränkungen konkretisieren ein zu diesem Zweck bestehendes gesetzliches Verbot (Art. 34 Abs. 2 USG). Grundeigentümer oder Pächter belasteter Böden müssen deshalb den Ersatz für allfällige Ertragseinbussen bei den Verursachern der Bodenbelastung – z.B. beim Inhaber einer emittierenden Anlage – gestützt auf privatrechtliche Haftpflichtnormen geltend machen (z.B. Art. 41 OR, Art. 679 ZGB oder neu Art. 59a USG).

## **Artikel 10 Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Sanierungswerte**

Sanierungswerte sind als absolute Grenzen konzipiert. Liegt die Belastung darüber, so gilt die aktuelle Bodennutzung in jedem Fall als gesundheitsgefährdend. Im Unterschied zu den Prüfwerten erübrigen sich daher weitere Abklärungen zur Gefahrenlage. Die Sanierungswerte sind so hoch angesetzt, dass die Gefahr nicht durch den Wechsel zu einer weniger empfindlichen Nutzungsart beseitigt werden kann. Deshalb werden die Sanierungswerte für Nutzungskategorien festgelegt, welche die relevanten Nutzungsarten enthalten.

Sind Sanierungswerte überschritten oder ergibt die Beurteilung des Einzelfalls bei fehlenden Sanierungswerten eine unausweichliche, gesundheitliche Gefährdung, so ergreifen die Kantone zwingend und umgehend Massnahmen. Zwar schreibt die VBBo – anders als bei Richtwertüberschreitungen – bei überschrittenen Prüf- und Sanierungswerten keine Fristen vor, doch gebieten die Grundsätze des Polizeirechts bei akuter gesundheitlicher Gefährdung sofortiges und nachhaltiges Handeln. Solche Belastungen müssen im Übrigen auch aus ethischer Sicht mit Blick auf kommende Generationen so schnell wie möglich beseitigt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Fläche derart hoch belasteter Böden in der Schweiz glücklicherweise relativ klein ist. In den meisten Fällen wird es sich um lokal begrenzte Altlasten handeln.

**Absatz 1:** Im Sinne einer Sofortmassnahme müssen die Kantone die Nutzung verbieten, für die der Sanierungswert überschritten ist. Ein Ausweichen auf eine andere Nutzungsart innerhalb der betroffenen Nutzungskategorie (z.B. von Nahrungspflanzen- zu Futterpflanzenanbau) ist – wie erwähnt – keine adäquate Lösung. Nutzungsverbote werden gewöhnlich als Verfügung ergehen.

**Absatz 2** präzisiert Artikel 34 Absatz 3 USG, der für hoch belastete Böden, die aufgrund raumplanerischer Zoneneinteilung im Haupt- oder Nebenberuf landwirtschaftlich, gartenbaulich oder forstwirtschaftlich genutzt werden sollen, eine bodenschutzrechtliche Sanierungspflicht festlegt. Der Gesetzgeber unterstützt damit das Raumplanungsrecht, das namentlich durch den Schutz der Fruchtfolgeflächen eine ausreichende Ernährungsbasis für Menschen und Tiere sichern soll. Im Lichte dieser Zielsetzung ergibt sich zwingend, dass die Sanierungspflicht nur für Böden gelten kann, die professionell landwirtschaftlich, gartenbaulich oder forstwirtschaftlich genutzt werden.

Für **Haus- und Familiengärten**, die in der Freizeit genutzt werden, besteht keine bodenschutzrechtliche Sanierungspflicht. Dies gilt auch für andere hoch belastete Böden, die kraft planerischer Festlegung für andere Nutzungen, z.B. als Kinderspielflächen oder Grünanlagen, bestimmt sind. In diesen Fällen müssen sich die Kantone mit einem Verbot der gesundheitsgefährdenden Nutzung begnügen. Selbstverständlich können sie aber solche Böden einer völlig anderen, z.B. einer baulichen Nutzung zuführen, sofern damit die gesundheitliche Gefährdung abgewendet werden kann.

Eine Ausnahme von der Sanierungspflicht gilt bei **Rebflächen**, auf denen während vieler Jahrzehnte kupferhaltige Pflanzenschutzmittel eingesetzt worden sind. Zwar dürfte der Sanierungswert für Kupfer besonders in alten Rebbergen da und dort überschritten sein. Solange solche Böden jedoch weiterhin nur mit Reben bepflanzt werden, ist nach dem heutigen Wissensstand keine gesundheitliche Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen zu befürchten und es kann von einer Sanierung abgesehen werden. Werden solche Rebböden aber einer anderen Nutzung zugeführt, entfällt der Ausnahmegrund und es bedarf einer Neubeurteilung der Situation.

Für **Waldböden** sind zwar keine Sanierungswerte festgelegt worden, da zurzeit keine praktikablen Sanierungsverfahren bekannt sind. Bei hoch belasteten Waldböden, z.B. bei solchen im Umfeld von 300m-Schiessanlagen, deren Kugelfänge oft am Waldrand liegen, können jedoch trotzdem Schutzmassnahmen angeordnet werden, wenn die Einzelfallbeurteilung nach Artikel 5 Absatz 3 VBBo eine gesundheitliche Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen ergibt.

Die Sanierung eines hoch belasteten Bodens hat nur die Gefahrenabwehr zum Ziel. Es kann deshalb vom Sanierungspflichtigen nicht die Wiederherstellung der uneingeschränkten Fruchtbarkeit des Bodens, d.h. eine Sanierung unter das Richtwertniveau verlangt werden. Bei der Sanierung muss die Bodenbelastung jedoch **mindestens** so weit unter das Niveau der Sanierungswerte gesenkt werden, dass diese mit der beabsichtigten standortüblichen Bodennutzung im Einklang steht. Zu empfehlen ist allerdings eine Sanierung gleich unter das Prüfwertniveau, da sonst die Behörde nach Abschluss der Sanierung zu einer Einzelfallbeurteilung nach Artikel 9 Absatz 1 VBBo verpflichtet ist, die bei Nachweis einer konkreten Gefährdung wiederum eine Nutzungsbeschränkung erfordert. Dies kann wohl nicht das Ziel einer aufwendigen Sanierung sein.

Die Sanierung soll wieder eine **standortübliche**, gartenbauliche, land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung ermöglichen. Der Vorbehalt der standortüblichen Bewirtschaftung soll vermeiden, dass die künftige Bewirtschaftung nur unter übermässiger Zuhilfenahme künstlicher Produktionsmittel oder durch Ausweichen auf besonders schadstofftolerante oder standortfremde exotische Pflanzen möglich ist.

Keine Sanierung im bodenrechtlichen Sinn stellt das Überdecken belasteter Böden mit sauberem Erdmaterial dar. Zum einen gelten die Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für den ganzen durchwurzelbaren Boden, zum andern handelt es sich um eine Scheinlösung. Zwar kann die gesundheitliche Gefährdung dadurch vorübergehend beseitigt werden. Mit der Zeit werden die Schadstoffe aber beispielsweise durch landwirtschaftliche Aktivitäten, Wühl- und Umwälzarbeit

der Regenwürmer oder Bautätigkeit wieder an die Oberfläche kommen und erneut Bodenschutzprobleme verursachen. Weiter sei darauf hingewiesen, dass die Sanierungspflicht nicht dadurch entfällt, dass der Eigentümer auf die landwirtschaftliche oder gartenbauliche Nutzung des belasteten Grundstücks verzichtet. Der Boden muss saniert werden, wenn der Sanierungswert überschritten bzw. bei fehlendem Sanierungswert die Gefährdung nachgewiesen ist und das Grundstück raumplanerisch entsprechend eingezont ist. So darf beispielsweise der Betreiber einer Deponie in einer Landwirtschaftszone diese nicht mit stark verschmutztem Erdmaterial abschliessen und dann ein Nutzungsverbot in Kauf nehmen. Dies widerspräche dem Willen des Gesetzgebers, der mit Artikel 34 Absatz 2 USG eine ausreichende Ernährungsbasis sichern will.

## **Artikel 11 Verschärfung von Bundesvorschriften**

Die weiter gehenden kantonalen Massnahmen nach Artikel 8 Absatz 3 VBBo reichen unter Umständen nicht aus, um die Bodenfruchtbarkeit in den betroffenen Gebieten zu erhalten, sodass sich eine Verschärfung jener Bodenschutzvorschriften aufdrängt, deren Erlass allein in die Kompetenz des Bundes fällt. Hiezu gehören beispielsweise die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftverunreinigungen oder Anforderungen an die Zusammensetzung von Stoffen oder Produkten, die bestimmungsgemäss in den Boden gelangen (z.B. Grenzwerte für Klärschlamm oder Kompost, der als Dünger verwertet wird).

Mit Artikel 11 in Kombination mit der Mitteilungspflicht nach Artikel 8 Absatz 3 will der Bund helfen, die für den Boden beste Lösung zu finden. Er will sich damit keinesfalls in die Vollzugskompetenz der Kantone einmischen.

## **Artikel 12 Empfehlungen des Bundes**

Die VBBo ist als schlankes und flexibles Instrument konzipiert. Sie legt Eckpunkte fest, die bei Bedarf durch Wegleitungen, Handbücher, Normen, Mitteilungen usw. konkretisiert oder mit freiwilligen Vereinbarungen umgesetzt werden. Die Erfahrungen mit dem praktischen Vollzug in den Kantonen haben diesen pragmatischen Ansatz mehrfach bestätigt.

Vollzugshilfen werden viel besser akzeptiert, wenn die Betroffenen bei der Erarbeitung ihr Fachwissen und ihre Vorbehalte einbringen und das gemeinsam geschaffene Dokument ihren Kreisen als Beitrag zum Schutz des Bodens unterbreiten können. Dieses Vorgehen ist beim Bodenschutz geradezu unvermeidlich. Vorsorglicher Bodenschutz kann nämlich nicht durch Massnahmen am Boden selbst vollzogen werden. Er ist vielmehr auf die Einsicht und das bodenverträgliche Handeln all derjenigen angewiesen, die Belastungen verursachen bzw. solche begrenzen. Die Verantwortlichen des Bodenschutzes sind deshalb gut beraten, die Landwirtschaft, das Baugewerbe, die Gemeinden, das Militär, die Gasindustrie, die Schützenverbände, den Verkehr usw., aber auch die Luftreinhaltung, den Gewässerschutz, die Raumplanung, den Natur- und Landschaftsschutz, die Abfallwirtschaft oder die für die Stoff- und Altlastenvorschriften zuständigen Behörden zu (Mit-)Trägern von Vollzugshilfen für den Bodenschutz zu machen.

## IV Anhänge der Verordnung

### 1 Analysenmethoden

Bodenbelastungen müssen im Hinblick auf ihre Beurteilung anhand von Richt-, Prüf- und Sanierungswerten mit anerkannten Analysemethoden ermittelt werden. Solche sind für die **anorganischen Schadstoffe** bereits validiert und werden seit 1986 angewendet. Für diese Schadstoffe wird aus Gründen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse und der Kontinuität grundsätzlich an der Analysemethodik festgehalten.

Die «Wegleitung vom Februar 1987 für die Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden» ist in Überarbeitung. Die neue Fassung wird sich nur noch mit der Probenahme und Probenaufbereitung befassen. Neu dazukommen wird die Probenahme an stark belasteten Standorten. Für die Analytik sei auf das Methodenbuch der landwirtschaftlichen Forschungsanstalten verwiesen (vgl. Literaturverzeichnis).

Bei den anorganischen Schadstoffen unterscheidet die VBBo Richtwerte für den Totalgehalt und solche für den löslichen Gehalt. Der Totalgehalt gibt die Summe aus den natürlich gegebenen (geogenen) und den durch Bewirtschaftung und Immissionen eingetragenen Schadstoffen an, die vom Lösungsmittel extrahiert werden. Der lösliche Gehalt bezeichnet die mit einer neutralen Salzlösung (0.1 M NaNO<sub>3</sub>) extrahierte Konzentration, die für Pflanzen und Mikroorganismen verfügbar ist. Als Lösungsmittel für den Totalgehalt schreibt die VBBo Salpetersäure (2 M HNO<sub>3</sub>) vor, während andere europäische Staaten Königswasser (HCl/HNO<sub>3</sub>) verwenden. Praxis-taugliche Umrechnungsfaktoren können zurzeit nicht angegeben werden. Die unterschiedlichen Extraktionsmittel erschweren zwar den Datenvergleich mit dem Ausland. Für den Bodenschutz in der Schweiz ist dieser eigene Weg aber nicht von Nachteil, weil in erster Linie eine gesamtschweizerische einheitliche Methode erforderlich ist.

Für **organische Schadstoffe** wird keine einzelne alleingültige Standardmethode vorgeschrieben. Ein solches Vorgehen würde der Entwicklung bei der organochemischen Analytik zu wenig Rechnung tragen. Für die Extraktion und Analyse von PCDD/F, PAK und PCB werden die wichtigsten, nach Aufwand und Nachweisgrenzen optimal einsetzbaren Methoden zusammengestellt und veröffentlicht. Ausgewählt werden soweit wie möglich international harmonisierte und allgemein gebräuchliche Methoden (z.B. ISO-Standard).

Die rechtliche Bedeutung der Richt-, Prüf- und Sanierungswerte verlangt eine gute Vergleichbarkeit der Analysenresultate der verschiedenen Laboratorien. Eine solche kann nur durch periodische Ringanalysen erreicht werden. Die Agroscope FAL führt deshalb im Rahmen des NABO ein Ringversuchsprogramm für interessierte Labors durch und erstellt jährlich eine öffentliche Laborliste. Zudem hat das BUWAL in seiner Schriftenreihe «Vollzug Umwelt» ein spezielles Qualitätssicherungskonzept für organische Schadstoffe publiziert.

### 2 Probenahmetiefen

Zur Vergleichbarkeit der Messdaten über Raum und Zeit gilt wie bisher eine allgemeine Probenahmetiefe von 20 cm, und dies für anorganische wie für organische Schadstoffe. Lediglich für Nutzungen mit möglicher direkter Bodenaufnahme und für Kinderspielplätze wird eine Einstichtiefe von 0–5 cm gewählt. Eine Tiefe von 20 cm würde in solchen Fällen kein korrektes Bild der

Gesundheitsgefahren ergeben, die beispielsweise durch oberflächlich angereicherte Schadstoffe verursacht werden können.

Von den in den Tabellen der Anhänge 1 und 2 VBBo genannten Einstichtiefen soll in begründeten Fällen abgewichen werden können, z.B. wenn zur Beurteilung einer besonderen Gesundheitsgefährdung Wischproben an der Bodenoberfläche entnommen werden müssen oder wenn die Verschmutzung sich als Folge früherer Umschichtungen in einer tieferen Bodenschicht befindet. Die Richt-, Prüf- und Sanierungswerte gelten dann auch für diese Belastungen.

### **3 Anhang 1: Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für anorganische Schadstoffe im Boden**

#### **31 Vorbemerkungen**

Der erste Gesamtbericht des NABO vom Juni 1993 hat die Grundbelastung der Böden der Schweiz mit Schwermetallen und Fluor erstmals im Detail geklärt. Weiter stehen neuste Forschungserkenntnisse der vergangenen 10 Jahre zur Verfügung. Gestützt darauf sind die als Vorsorgewerte geltenden bisherigen Richtwerte für Schwermetalle und Fluor einer kritischen Neubeurteilung unterzogen worden. Richtwerte werden wie erwähnt so festgelegt, dass bei eingehaltem Richtwert auch belastungsempfindliche Nutzungen auf wenig belastbaren Böden möglich bleiben und dass den Behörden bei Richtwertüberschreitungen immer noch genügend Zeit verbleibt, um mit Massnahmen nach Artikel 8 Absatz 3 VBBo weitere Belastungen zu unterbinden, bevor die Bodenfruchtbarkeit tatsächlich beeinträchtigt wird.

Die Prüf- und Sanierungswerte stellen auf fundierte fachliche Abklärungen der Agroscope FAL ab. Hierbei wurde sowohl die Art der Bodennutzungen (Schutzziel) als auch die ökotoxikologische Bedeutung der einzelnen Schadstoffe berücksichtigt.

Weitere allgemeine Erläuterungen zu den Richt-, Prüf- und Sanierungswerten finden sich in den Erläuterungen zu Artikel 5.

#### **32 Richtwerte für anorganische Schadstoffe**

Die Richtwerttabelle der bisherigen Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBO) von 1986 hat folgende Änderungen erfahren:

- Die Richtwerte für Cobalt und Thallium sowie der lösliche Gehalt für Blei wurden gestrichen.
- Der Totalgehalt für Fluor wurde angehoben.
- Die Totalgehalte für Chrom, Kupfer, Quecksilber und Zink wurden gesenkt.
- Die löslichen Gehalte für Cadmium und Fluor wurden gesenkt.

Im Einzelnen werden diese Änderungen wie folgt begründet:

- **Chrom:** Die bisher gemessenen häufigen Gehalte von Chrom in den schweizerischen Böden liegen unterhalb von 50 mg/kg (ppm). Mit Blick auf die konkrete Gefährdung bodenmikrobiologischer Prozesse war der bisherige Richtwert von 75 ppm für den Totalgehalt eindeutig zu hoch. Er beträgt deshalb neu 50 ppm.
- **Nickel:** Dieses Schwermetall ist kein eigentliches Problemmetall für Böden. Die bisher gemessenen häufigen Gehalte liegen in der Regel unter 50 ppm. Da Nickel aber kein Mikronährstoff ist und unter gewissen Standortbedingungen angereicherte Gehalte im Boden das Pflan-

zenwachstum hemmen können, werden die bisherigen Richtwerte für dieses Schwermetall unverändert beibehalten.

- **Kupfer:** Kupfer ist bisher zu optimistisch beurteilt worden. Der häufige Gehalt in den nicht besonders belasteten schweizerischen Böden liegt meist unter 40 ppm. Vor allem aus bodenmikrobiologischen Gründen ist nun der Richtwert für den Totalgehalt auf 40 ppm angesetzt.
- **Zink:** Die bisher gemessenen häufigen Gehalte von Zink in den schweizerischen Böden liegen unterhalb von 120 ppm. Aus ökotoxikologischen Gründen wird der Richtwert auf 150 ppm gesenkt.
- **Molybdän:** Aus ökotoxikologischer Sicht ist dieses Schwermetall unproblematisch. Wegen seiner Wiederkäuertoxizität wird aber der bisherige Richtwert für den Totalgehalt von 5 ppm beibehalten. Rinder und Schafe können ab einem Gehalt von 5–10 ppm Molybdän in der Trockensubstanz (TS) des Futters an «Molybdänitis» erkranken. Pflanzen können Molybdän aus dem Boden sehr stark anreichern ohne Schäden.
- **Cadmium:** Cadmium kann je nach Standortverhältnissen bereits ab einem löslichen Gehalt im Boden von 0.004 ppm in Pflanzen merklich angereichert werden. Der häufige Gehalt von Cadmium in den schweizerischen Böden liegt unterhalb von 0.015 ppm. Der derzeitige Richtwert für den löslichen Gehalt von 0.03 ppm ist – nicht zuletzt wegen der hohen Giftigkeit von Cadmium – eindeutig zu hoch. Aus analytischen Gründen (Reproduzierbarkeit) wird der Richtwert allerdings nur auf 0.02 ppm herabgesetzt.
- **Quecksilber:** Die bisher gemessenen häufigen Gehalte von Quecksilber in den schweizerischen Böden liegen unterhalb von 0.25 ppm. Mit Blick auf bodenmikrobiologische Prozesse ist der bisherige Richtwert von 0.8 ppm für den Totalgehalt zu hoch. Der neue Richtwert beträgt 0.5 ppm.
- **Blei:** Der Richtwert für den löslichen Gehalt wird gestrichen, weil Blei so schwer löslich ist, dass der Richtwert für den Totalgehalt in jedem Fall vor dem Richtwert für den löslichen Gehalt überschritten ist.
- **Fluor:** Messungen ergeben häufig massive Richtwertüberschreitungen beim Totalgehalt, die geogen begründet sind. Auf der Basis der häufig vorkommenden Gehalte wird dieser deshalb auf 700 ppm angehoben. Andererseits werden die für die Fruchtbarkeit des Bodens wichtigen Ton-Humuskomplexe bei löslichen Gehalten um 25 ppm Fluor bereits geschädigt. Daher wird der Richtwert für den löslichen Gehalt auf 20 ppm gesenkt.
- **Cobalt:** Der Richtwert von 25 ppm für Cobalt (Totalgehalt) wird in den schweizerischen Böden nur sehr selten erreicht. Dieses Schwermetall erwies sich zudem immissionsseitig als von geringer Bedeutung. Der Richtwert für Cobalt wird deshalb gestrichen.
- **Thallium:** Dieser Richtwert wurde 1986 im Zusammenhang mit erwarteten Emissionen vor allem der Zementindustrie festgelegt. Diese sind jedoch dank Luftreinemassnahmen, speziell durch ein umweltverträgliches technologisches Herstellungsverfahren, rechtzeitig vermieden worden, so dass dieser Schwermetallrichtwert ebenfalls gestrichen wird.



### 33 Prüf- und Sanierungswerte für anorganische Schadstoffe

Von der Belastungssituation her standen Prüf- und Sanierungswerte für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer und Zink im Vordergrund. Prüf- und Sanierungswerte geben Grenzen für mögliche bzw. tatsächliche **gesundheitliche** Gefahren an. Im Bericht von *Hämmann und Gupta (BUWAL UM Nr. 83)* wird transparent dargestellt:

- wie eine Gefährdung abgeschätzt,
- wie die Prüf- und Sanierungswerte hergeleitet und
- wie die berechneten Werte begründet werden können.

Es wird auch gezeigt, wie die relevanten Parameter ausgewählt worden sind und weshalb auf bestimmte Werte (z.B. Prüfwert für Zink) verzichtet wird.

Die Herleitung dieser Normen wird deshalb hier nicht detailliert dargestellt. Im Übrigen sei auch auf die Erläuterungen zu Artikel 10 verwiesen.

## 4 Anhang 2: Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe im Boden

### 41 Vorbemerkungen

Bis vor kurzem wurde die Meinung vertreten, bereits das bloße Vorhandensein organischer Schadstoffe im Boden müsste quellenstoppende Massnahmen nach Artikel 8 VBBo auslösen. Deshalb gab es bisher keine Richtwerte für solche Schadstoffe. Inzwischen ist klar geworden, dass die vom Menschen verursachten Emissionen und damit auch die Belastung der Böden durch organische Schadstoffe relevant sind. Zudem zeigten Untersuchungen, dass solche Stoffe, die bis anhin als umweltfremd galten, auch natürlicherweise entstehen. Deshalb sind Beurteilungsgrundlagen notwendig geworden. Die VBBo enthält nun auch Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für persistente organische Schadstoffe. Nicht persistente Stoffe werden hingegen nicht berücksichtigt, weil sie im Boden in der Regel einem Abbauprozess unterliegen und deshalb nicht langfristig wirken. Sollte eine Beurteilung eines solchen organischen Schadstoffs im Einzelfall notwendig sein, so kann dies gestützt auf Artikel 4 Absatz 2 und 3 VBBo erfolgen.

### 42 Richt-, Prüf- und Sanierungswerte

Es werden Normen für **Dioxine und Furane** (polychlorierte Dibenzo-*p*-dioxine und polychlorierte Dibenzofurane – PCDD/F), **polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)** und **polychlorierte Biphenyle (PCB)** festgelegt. Werte für andere bodenrelevante organische Schadstoffgruppen stehen zurzeit nicht zur Diskussion.

Diese drei organischen Stoffgruppen werden in der Literatur eingehend behandelt, so dass hier auf eine detaillierte Beschreibung von Herkunft und Wirkungen verzichtet werden kann. Die Normen in Anhang 2 der VBBo stützen sich zudem auf Emissions- und Immissionsmessungen sowie in- und ausländische Vollzugserfahrungen.

Die Werte für **Dioxine und Furane** lehnen sich an die deutsche Bund-Länder-Liste an. Zwar führt der PCDD/F-Hauptbelastungspfad für Mensch, Tiere und Pflanzen nicht über den Boden, sondern über die Luft (Deposition). Aus vorsorglichen und praktischen Gründen erfolgt aber trotzdem eine normative Regelung im Bodenschutz. Die Messergebnisse der recht stabilen Im-

missionslage im Boden erlauben nämlich eine gute allgemeine Beurteilung der Belastungssituation der Umwelt. Normwerte für Dioxine und Furane werden nicht zuletzt auch erlassen, weil die Bevölkerung auf das sog. «Seveso-Gift» sensibilisiert ist.

Die **polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe** werden berücksichtigt, weil sie ubiquitär vorkommen, vor allem von menschlichen Aktivitäten stammen und ihrer kanzerogenen Wirkung wegen die menschliche Gesundheit gefährden können. Sie umfassen die 16 Leitverbindungen, welche von der amerikanischen Umweltbehörde EPA festgelegt worden sind und international verwendet werden. Bei den PAK kommt dem Benzo(a)pyren eine besondere Bedeutung zu, weil diese Verbindung innerhalb der PAK eine hohe Kanzerogenität aufweist und ihr Anteil an der Gesamtmenge der ökorelevanten PAK bis zu 10 % ausmachen kann. Deshalb werden für diese Verbindung eigene Normen festgelegt. Die Grundlagen zur Herleitung und die Begründung der Werte sind in der Publikation UM Nr. 96 des BUWAL dokumentiert.

Bei den sehr toxischen und ubiquitär vorkommenden **polychlorierten Biphenylen** wird auf einen Richtwert verzichtet, weil alle gesetzlich möglichen Massnahmen zum Quellenstopp nach Artikel 8 VBBo bereits erlassen worden sind (PCB-Verbot in der Giftgesetzgebung und in der Stoffverordnung). Es werden deshalb nur Prüf- und Sanierungswerte für allenfalls bereits bestehende Belastungen des Bodens festgelegt. Berücksichtigt werden dabei aus der Vielzahl von PCB-Verbindungen nur die sieben Indikator-Kongenerere (IUPAC-Nummern gemäss Ballschmiter). Gründe für diese Auswahl sind ihr Vorkommen in industriellen Mischungen, ihre noch immer weite Verbreitung in der Umwelt, ihre analytische Eignung und ihre Toxizität. Sie werden überdies vom *Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM)* in Brüssel empfohlen.

Folgende Gehalte der drei Schadstoffgruppen können in schweizerischen Böden als **übliche Grundbelastung** betrachtet werden:

- |   |            |                                 |
|---|------------|---------------------------------|
| • PCDD und PCDF                           | 0.5–2      | ng I-TEQ/kg Boden; <sup>1</sup> |
| • PAK (Summe der 16 EPA-Leitverbindungen) | 0.2        | mg/kg Boden; <sup>2</sup>       |
| • PCB (Summe der 7 IUPAC-Kongenerere)     | 0.006–0.08 | mg/kg Boden. <sup>3</sup>       |

## 5 Anhang 3: Richtwerte für Erosion auf Ackerflächen

Im Durchschnitt beträgt der Bodenverlust ausserhalb einer bewirtschafteten Parzelle durch natürliche und vom Menschen ausgelöste Erosion weniger als 0.5 Tonnen pro Jahr und Hektare. Bei sehr starken Niederschlägen kann er auf 50 Tonnen, bei ausserordentlichen Ereignissen gar auf 100 Tonnen ansteigen. Dem steht eine natürliche Bodenneubildung von höchstens 0.2–1 Tonne pro ha und Jahr gegenüber. Ein einziges Erosionsereignis mit einem Bodenabtrag von 10 Tonnen wird demnach frühestens nach 10–50 Jahren durch natürliche Bodenneubildung wieder wettgemacht. Man schätzt, dass bei rund 40 % der Ackerfläche der Schweiz die Erosion grösser als die Bodenneubildung ist.

<sup>1</sup> BUWAL, «Dioxine und Furane – Standortsbestimmung, Beurteilungsgrundlagen», Schriftenreihe Umwelt Nr. 290, 127 S. (1997).

Schmid P. et al., «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, 227–234 (2005).

<sup>2,3</sup> Berset J., Holzer R., «Organic Micropollutants in Swiss Agriculture (PAH, PCB)», *Intern. J. Environ. Anal. Chem.*, vol. 59, 145–165 (1995).

Erosion ist zwar ein natürlicher Prozess, der bei den meisten Böden festgestellt werden kann. Der Mensch kann jedoch das Ausmass solcher Erosion negativ beeinflussen (Bewirtschaftung, Terrainveränderung, Erschliessung, Melioration usw.). Solche erosionsverstärkende Einflüsse müssen zur langfristigen Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens begrenzt werden.

Am meisten gefährdet sind nicht oder nur ungenügend bewachsene Böden, vor allem Ackerflächen – auch bloss leicht geneigte Parzellen. Ackerflächen sind laut Definition Flächen, die nach Artikel 10 der *Landwirtschaftlichen Begriffsverordnung (LBV, SR 910.91)* in eine Fruchtfolge einbezogen sind und mit einjährigen Pflanzen bebaut werden. Diese Parzellen werden in der Regel jährlich bearbeitet und sind somit der Erosion ausgesetzt; dazu gezählt werden auch Kunstwiesen. Für sie wurden gestützt auf umfassende Forschungsergebnisse – nicht zuletzt des Nationalen Forschungsprogramms NFP-22 «Boden» – Richtwerte für tolerierbare Bodenverluste bei Erosion hergeleitet. Wertvolle Grundlagen dazu liefert auch das «*Konzept zur Umsetzung der Vorschriften im USG und in der VBBo*» der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz (1999).

Methodisch liegt dem Anhang über Erosion die international entwickelte allgemeine Bodenabtragungsgleichung (*Wischmeier und Smith 1978*)<sup>4</sup> zugrunde, ein wissenschaftlich abgesichertes Modell zur Abschätzung der mittleren Flächen- und Rinnenerosion auf einer Ackerparzelle (Schlag). Für Betriebsleiter und Berater wurde zur selbständigen Abschätzung der Bodenerosion ein darauf basierender Schlüssel entwickelt, der im gesamten Jura und Mittelland an die besonderen regionalen Verhältnisse angepasst und erprobt worden ist.

Anhang 3 enthält für zwei Bodenmächtigkeiten Richtwerte für Flächen- und Rillen- bzw. Rinnenerosion. Prüf- und Sanierungswerte werden keine festgelegt, weil diese definitionsgemäss der Abwehr von Gefahren für die Gesundheit von Mensch, Tieren oder Pflanzen dienen und deshalb auf Erosionsvorgänge nicht anwendbar sind.

Nicht anwendbar sind diese Richtwerte bzw. das Abschätzverfahren auf die Talwegerosion, bei der infolge konzentrierten Oberflächenabflusses in Mulden der Boden aufgerissen und aus dem Schlag in Gewässer und andere Biotope weggetragen wird. Die Talwegerosion muss nach der VBBo jedoch in jedem Fall bekämpft werden.

## V Verhältnis VBBo zur Altlastenverordnung (AltIV)

Örtlich beschränkte, von Abfällen stammende Bodenbelastungen sind belastete Standorte im Sinne des Artikels 32c USG und fallen deshalb in den Anwendungsbereich der *Verordnung vom 26. August 1998 über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung, AltIV)*. Das Verfahren zur Sanierung dieser als Altlasten geltenden Bodenbelastungen richtet sich deshalb nach dieser Verordnung (Erfassung als Standort im Kataster, Durchführung von Vor- und Detailuntersuchung, Auferlegung der Sanierungskosten). Für die Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit (Artikel 12 AltIV) dieser Bodenbelastungen und der zu treffenden Sanierungsmassnahmen (Artikel 16 Buchstabe c AltIV) verweist die Altlastenverordnung hingegen auf die Bodenschutzbestimmungen des USG und der VBBo. Ob eine solche Bodenbelastung sanierungsbedürftig ist, hängt somit von der Überschreitung der Richt-, Prüf- oder Sanierungswerte nach der VBBo ab. Gleichermassen kommen in Anwendung der VBBo als Sanierungsmassnahmen der Quellenstopp, Nutzungsbeschränkungen bzw. -verbote oder die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit in Frage.

<sup>4</sup> Wischmeier W.H., Smith D.D., «*Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning, USDA Agriculture Handbook*», no. 537, 58 p., Washington (1978).

Bei Bodenbelastungen, die unter die Altlastenverordnung fallen, werden deshalb die Vollzugsbehörden des Bodenschutzes und der Altlastenbehandlung eng zusammenarbeiten müssen.

Für Bodenbelastungen, die nicht von Abfällen stammen oder die nicht örtlich beschränkt, also diffuse Belastungen sind, gilt ausschliesslich die VBBo.

## VI Literatur

### 1 Rechtliche Kommentare zum Bodenschutz

- Tschannen Pierre, «Kommentar zum Umweltschutzgesetz, Erläuterungen zum Bodenschutz (Art. 33–35)», Hsg. Vereinigung für Umweltrecht und Helen Keller, Zürich (1999).
- Zäch Christoph, «Das neue Bodenschutzrecht», in: Umweltrecht in der Praxis, Vereinigung für Umweltrecht, Band 10, Heft 5/1 (1996).

### 2 Publikationen des NABO

- Vgl. NABO-Webseite <http://www.nabo.admin.ch>.

### 3 Publikationen des BUWAL

- «Quality Assurance Concept – Analysis of PAH, PCB and Dioxins in Soil», Guidelines, Environment in practice, 35 p. (2005).
- «Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden – Gefährdungsabschätzung Boden», Handbuch Boden, Vollzug Umwelt, 84 S. (Anhörungs-Entwurf, Stand Januar 2005).
- «Phosphor in Böden», Schriftenreihe Umwelt Nr. 368, 174 S. (2004).
- «Verlagerung gelöster Stoffe durch den Boden ins Grundwasser», Schriftenreihe Umwelt Nr. 349, 47 S. (2004).
- «Ökologie und Pflanzenschutz – Grundlagen für den Anwender von Pflanzenbehandlungsmitteln», Leitfaden Umwelt Nr. 2, 66 S. (2004).
- «Pflanzenschutz im Gartenbau – Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung», Leitfaden Umwelt Nr. 6, 121 S. (2004).
- «Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz – Mengen- und Kapazitätserhebung», Umwelt-Materialien Nr. 181, 47 S. (2004).
- «Schadstoffgehalte in Holzabfällen – Analysenresultate der Holzkampagne 98», Umwelt-Materialien Nr. 178, 124 S. (2004).
- «Schwerpunkt Boden – Bodenschutz, Bodenschutz», Sonderdruck Umweltschutz Nr. 2, 63 S. (2004).
- «Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln», Ausführlichere Fassung des Berichts des Bundesrats auf die Motion 94.3005 UREK-SR, 150 S. (2003).
- «Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden», Handbuch Boden, Vollzug Umwelt, 102 S. (2003).
- «Bestimmung von polychlorierten Biphenylen in Böden mittels GC/MS – Methodenempfehlung», Wegleitung Boden, Vollzug Umwelt, 27 S. (2003).
- «Assessment of risks to health and the environment from cadmium in mineral fertilisers», Technical report soil, Environmental Documentation no. 167, 62 p. (2003).
- «Probenahme von Feststoffen auf belasteten Standorten», Altlasten – Gefährdungsabschätzung, Vollzug Umwelt, 54 S. (provisorisches Arbeitspapier; 2003).
- «Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung 2001/02», Schriftenreihe Umwelt Nr. 356, 62 S. (2003).
- «Verwertung von ausgehobenem Boden – Wegleitung Bodenaushub», Vollzug Umwelt, 20 S. (2002).
- «Erstellung von Sanierungsprojekten für Altlasten», Altlasten – Sanierung, Vollzug Umwelt, 36 p. (2001).
- «Bodenschutz beim Bauen», Leitfaden Umwelt Nr. 10, 83 S. (2001).

- «Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Böden mittels GC/MS – Methodenempfehlung», Wegleitung Boden, Vollzug Umwelt, 27 S. (Dezember 2001).
- «Bestimmung von polychlorierten Dioxinen und Furanen in Böden mittels GC/MS – Methodenempfehlung», Wegleitung Boden, Vollzug Umwelt, 44 S. (März 2001).
- «Erstellung des Katasters der belasteten Standorte», Vollzug Umwelt, 128 S. (2001).
- «Bodenschutz beim Bauen», Leitfaden, Vollzug Umwelt (2001).
- «Böden der Schweiz – Schadstoffgehalte und Orientierungswerte (1990–1996)», Umwelt-Materialien Nr. 139 Boden, 115 S. (2001).
- «Voruntersuchung einer Schiessanlage – Vorgehen am Beispiel des belasteten Standorts Grosswiyer Goldau SZ», Altlasten – Gefährdungsabschätzung, Umwelt-Materialien Nr. 124, 49 S. (2000).
- «Methoden zur Voruntersuchung von belasteten Standorten», Altlasten – Gefährdungsabschätzung, Umwelt-Materialien Nr. 121, 45 S. (2000).
- «Boden – Unterrichtsideen und Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler, Kommentare für Lehrpersonen» (samt CD ROM), Arbeitsmappe (2000).
- «Nationales Bodenbeobachtungsnetz – Veränderungen von Schadstoffgehalten nach 5 und 10 Jahren», Schriftenreihe Umwelt Nr. 320, 129 S. (2000).
- «Analysemethoden für Feststoff- und Wasserproben aus belasteten Standorten und Aushubmaterial», Altlasten – Abfall, Vollzug Umwelt, 53 S. (2000).
- «Dioxine und Furane – Stoffflussanalyse», Schriftenreihe Umwelt Nr. 312, 116 S. (1999).
- «Erosionsschutz im Landwirtschaftsbetrieb – Praxishilfe», Vollzug Umwelt, 150 S. (1999).
- «Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial – Aushubrichtlinie», Abfall – Altlasten, Vollzug Umwelt, 20 S. (1999).
- «Die saubere Kehrlichtverbrennung: Mythos oder Realität?», Schriftenreihe Umwelt Nr. 299, 117 S. (1998).
- «Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe im Boden – Fallbeispiel PAK», Umwelt-Materialien Nr. 96, 111 S. (1998).
- «Schwerpunkt Boden», Sonderdruck Umweltschutz Nr. 2, 35 S. (1998).
- «Cadmium – Stoffflussanalyse», Schriftenreihe Umwelt Nr. 295, 74 S. (1997).
- «Die Regenwurm-Fauna von Dauergrünland des Schweizer Mittellandes – Synthesebericht», Schriftenreihe Umwelt Nr. 291, 91 S. (1997).
- «Dioxine und Furane – Standortbestimmung, Beurteilungsgrundlagen, Massnahmen», Schriftenreihe Umwelt Nr. 290, 127 S. (1997).
- «Herleitung der Prüf- und Sanierungswerten für anorganische Schadstoffe im Boden», Umwelt-Materialien Nr. 83, 100 S. (1997).
- «Bodenschutz- und Entsorgungsmassnahmen bei 300m-Schiessanlagen», Wegleitung Boden, Vollzug Umwelt (gemeinsam mit GS-VBS), 49 S. (1997).
- «Schlüssel zur Identifikation gesteinsbedingter Richtwertüberschreitungen», Vollzug Umwelt, 26 S. (1996).
- «Verwertung und Beseitigung von Holzaschen», Schriftenreihe Umwelt Nr. 269, 204 S. (1996).
- «Vom Menschen verursachte Luftschadstoff-Emissionen in der Schweiz von 1900–2010», Schriftenreihe Umwelt Nr. 256, 121 S. (1995).
- «Métaux dans les sédiments», Cahier de l'environnement no. 240, 181 p. (1995).
- «Dioxinmissionen von Holzfeuerungen», Schriftenreihe Umwelt Nr. 208, 55 S. (1993).
- «Nationales Bodenbeobachtungsnetz – Messresultate 1985–1991», Schriftenreihe Umwelt Nr. 200, 175 S. (1993).
- «Bodenverschmutzung durch den Strassen- und Schienenverkehr in der Schweiz», Schriftenreihe Umwelt Nr. 185, 144 S. (1992).
- «Hilfsstoffeinsatz in Haus- und Familiengärten», Schriftenreihe Umwelt Nr. 187, 97 S. (1992).
- «Schwermetalle und Fluor in Mineraldüngern», Schriftenreihe Umwelt Nr. 162, 44 S. (1991).
- «Platinmissionen aus Automobil-Katalysatoren», Schriftenreihe Umwelt Nr. 95, 58 S. (1988).
- «Anwendung von Pflanzenbehandlungsmitteln im Wald – Grundlagen zum Erwerb der Fachbewilligung», Leitfaden Umwelt Nr. 1, 108 S. (2. Aufl. 1995).

## 4 Umsetzungsschriften Dritter

- Arbeitsgruppe Bodenschutz OCH/FL-FABO ZH, Vollzugsordner für die Umsetzung der VBBo (2001).
- Bundesamt für Energie, Richtlinien zum Schutze des Bodens beim Bau unterirdisch verlegter Rohrleitungen (Bodenschutzrichtlinien; 1997).
- Kt. Baselland, Mittelland 1 und 2, Suisse romande, Bodenerosion selber einschätzen – ein Schlüssel für Betriebsleiter und Berater.
- PUSCH/BGS, Bodenschutz in der Gemeinde, Broschüre und Merkblätter (2000).
- Schweizerischer Fachverband für Sand und Kies (FSK), Rekultivierungsrichtlinien, Bern (2001).
- Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute – VSS, SN-Normen Erdbau, Boden: SN 640 581a, SN 640 582, SN 640 583, Zürich (1999/2000).

## 5 Ausgewählte Fachpublikationen

- Schweizerische Referenzmethoden der Eidg. landw. Forschungsanstalten (Agroscope FA), Band 3 (*jährliche Neuauflage*).
- Agroscope FAL, «Schwermetallbilanzen von Landwirtschaftsparzellen der nationalen Bodenbeobachtung (NABO)», Schriftenreihe Nr. 54, 55 S. (2005).
- Agroscope FAL, «Risikoabschätzung zur landwirtschaftlichen Abfalldüngerverwertung», Schriftenreihe Nr. 48, 127 S. (2003).
- Agroscope FAL, «Ausmass und mögliche Auswirkungen der Abtrift von Pflanzenschutzmitteln auf ökologische Ausgleichsflächen», Schriftenreihe Nr. 40, 49 S. (2002).
- Agroscope FAL, «Arsen in Böden der Schweiz», Schriftenreihe Nr. 32, 37 S. (1999).
- Agroscope FAL, «Methodenbuch für Böden-, Pflanzen- und Lysimeterwasser-Untersuchungen», Schriftenreihe Nr. 27 (1998).
- Agroscope FAL, «Vanadium in Böden der Schweiz», Schriftenreihe Nr. 22, 31 S. (1997).
- Agroscope FAL, «Erfassung und Ausmass der flächenhaften Kupferbelastung in Rebbergböden der Schweiz», Schriftenreihe FAC Nr. 20, 44 S. (1995).
- Agroscope FAL/BUWAL, «Wegleitung zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit», 89 S. (1991).
- Berset J.D. und Holzer R., «Organic micropollutants in Swiss agriculture: Distribution of PAH and PCB in soil, liquid manure, sewage sludge and compost samples – a comparative study», Intern. J. Environ. Anal. Chem., 59, 145–165, (1995).
- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, «Physikalischer Bodenschutz, Konzept zur Umsetzung der rechtlichen Vorgaben im USG und in der VBBo», BGS Dokument Nr. 9, ISBN 3 260 05430 8 (1999).
- Bucheli Th.D. et al, «Polycyclic aromatic hydrocarbons, black carbon, and molecular markers in soils of Switzerland», Chemosphere, 56, 1061–1076 (2004).
- Bundesamt für Statistik und BUWAL, Kapitel 10 «Boden», Separatdruck aus «Umwelt in der Schweiz – Daten, Fakten, Perspektiven», ISBN 3-303-02034-5, 376 S. (1997).
- Desaulles A., Dahinden R., «Zum Einfluss von Trocknungstemperaturen und Kunststoff-Kontakten auf PAK- und PCB-Analysen in Bodenproben bei Routineuntersuchungen», NABO, Agroscope FAL Reckenholz, 34 S. (2000).
- Desaulles A., Dahinden R., «Die Vergleichbarkeit von Schwermetallanalysen in Bodenproben von Dauerbeobachtungsflächen», NABO, Agroscope FAL Reckenholz, 27 S. (1994).
- Flückiger R. et al, «Bodenkunde», Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, ISBN 3-906679-23-3, 96 S. (1993).
- Landwirtschaftliche Beratungszentralen SRVA/LBL, «Bodenbeurteilung im Feld», Merkblatt, 16 S. (2001).
- Lingner S., Bork E., «Präventiver Bodenschutz – Problemdimensionen und normative Grundlagen», Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen, Bad Neuenahr-Ahrweiler, Graue Reihe Nr. 23, ISSN 1435-487 X, 69 S. (2000).
- Meyer C., «Bodenverschmutzung in der Schweiz – Untersuchungen und ausgewählte Ergebnisse über die Stoffbelastung von Böden (Stand 1990)», Synthesebericht NFP-22 «Boden», 240 S. (1991).
- Mosimann Th. et al, «Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten, Leitfaden für die Bodenerhaltung», Bericht NFP-22 «Boden», ISBN 3-907086-61-9, 187 S. (1991).
- Müller G., «Ökologie», ergänzbarer Ordner der Landw. Lehrmittelzentrale LmZ, 3052 Zollikofen, ISBN 3-03888-16-7, 148 S. (2002).
- Schmid P. et al., «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, 227–234 (2005).

- Weisskopf P. et al, «*Die Verdichtungsgefährdung schweizerischer Ackerböden*», Bericht Nr. 20, NFP-22 «*Boden*», ISBN 3-907086-12-0, 128 S. (1988).

## 6 Ausgewählte internationale Publikationen

- Blume H.-P. et al., Ergänzbare «*Handbuch der Bodenkunde*», ecomed Verlagsgesellschaft mbH, 86899 Landsberg/Lech, ISBN 3-609-72227-4 (ab 1996).
- Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, «*Bodenschutz in Österreich*», 455 pp. (1997).
- Council of Europe, «*European Soil Resources*», Nature and Environment no. 71, 99 pp. (1995).
- De Clercq et al., «*Nutrient management legislation in European countries*», ISBN 90-806537-2-1 (2001).
- Deutsche Bundesregierung, «*Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BbodSchV)*», TerraTech, 4, 22–36, (1999); sowie: Sanden J., «*Die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung – eine Einführung*», TerraTech, 4, 38–40 (1999).
- Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt und Geologie, «*Bodenatlas des Freistaates Sachsen*», Teil 3 «*Bodenmessprogramm*», Materialien zum Bodenschutz, Lössnitz-Druck GmbH, D-01445 Radebeul, 119 S. (1999).
- Litz N. et al, «*Bodengefährdende Stoffe – Bewertung, Stoffdaten, Ökotoxikologie, Sanierung*», ergänzbarer Bodenschutz-Ordner, ecomed Verlagsgesellschaft, ISBN 3-609-52001-9 (2005).
- Rosenkranz D. et al, «*Ergänzbare Handbuch Bodenschutz*», E. Schmidt Verlag Berlin, ISBN 3-503-02718-1; (from 1988 onwards).
- UNEP European Environment Agency, «*Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe*», Environm. Iss. Ser. no. 16, ISBN 92-9167-398-6, 32 p. (2000).

## 7 Einige anwendbare Rechtsgrundlagen

- Verordnung vom 18. Mai 2005 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung, ChemV; SR 813.11).
- Verordnung vom 18. Mai 2005 zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV; SR 814.81).
- Verordnung vom 18. Mai 2005 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV; SR 916.161)
- Verordnung vom 10. Januar 2001 über das Inverkehrbringen von Düngern (Dünger-Verordnung, DüV; SR 916.171 – geändert am 18. Mai 2005).

## **VII Anhang**

- **Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo)**
- **USG-Auszug: Definitionen und 5. Kapitel «Belastungen des Bodens»**



# **Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)**

vom 1. Juli 1998

---

*Der Schweizerische Bundesrat,*

gestützt auf die Artikel 29, 33 Absatz 2, 35 Absatz 1 und 39 Absatz 1 des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983<sup>1)</sup> (USG),

*verordnet:*

## **1. Abschnitt: Zweck, Gegenstand und Begriffe**

### **Art. 1** Zweck und Gegenstand

Zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit regelt diese Verordnung:

- a. die Beobachtung, Überwachung und Beurteilung der chemischen, biologischen und physikalischen Belastung von Böden;
- b. die Massnahmen zur Vermeidung nachhaltiger Bodenverdichtung und -erosion;
- c. die Massnahmen beim Umgang mit ausgehobenem Boden;
- d. die weitergehenden Massnahmen der Kantone bei belasteten Böden (Art. 34 USG).

### **Art. 2** Begriffe

<sup>1</sup>Boden gilt als fruchtbar, wenn:

- a. er eine für seinen Standort typische artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft und typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist;
- b. natürliche und vom Menschen beeinflusste Pflanzen und Pflanzengesellschaften ungestört wachsen und sich entwickeln können und ihre charakteristischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden;
- c. die pflanzlichen Erzeugnisse eine gute Qualität aufweisen und die Gesundheit von Menschen und Tieren nicht gefährden;
- d. Menschen und Tiere, die ihn direkt aufnehmen, nicht gefährdet werden.

<sup>2</sup>Chemische Bodenbelastungen sind Belastungen des Bodens durch natürliche oder künstliche Stoffe (Schadstoffe).

<sup>3</sup>Biologische Bodenbelastungen sind Belastungen des Bodens insbesondere durch gentechnisch veränderte oder pathogene Organismen.

---

<sup>1)</sup> SR 814.01

<sup>4</sup>Physikalische Bodenbelastungen sind Belastungen des Bodens durch künstliche Veränderungen der Struktur, des Aufbaus oder der Mächtigkeit des Bodens.

<sup>5</sup>Prüfwerte geben für bestimmte Nutzungsarten Belastungen des Bodens an, bei deren Überschreitung nach dem Stand der Wissenschaft und der Erfahrung Menschen, Tiere oder Pflanzen konkret gefährdet werden können. Sie dienen der Beurteilung, ob Einschränkungen der Nutzung des Bodens nach Artikel 34 Absatz 2 USG nötig sind.

## **2. Abschnitt: Beobachtung, Überwachung und Beurteilung von Bodenbelastungen**

### **Art. 3** Beobachtung der Bodenbelastung durch den Bund

<sup>1</sup>Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) betreibt in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) ein nationales Referenznetz zur Beobachtung der Belastungen des Bodens (NABO).

<sup>2</sup>Das BUWAL informiert die Kantone über die Ergebnisse der Beobachtung und veröffentlicht sie.

### **Art. 4** Überwachung der Bodenbelastung durch die Kantone

<sup>1</sup>Steht fest oder ist zu erwarten, dass in bestimmten Gebieten Belastungen des Bodens die Bodenfruchtbarkeit gefährden, so sorgen die Kantone dort für eine Überwachung der Bodenbelastung.

<sup>2</sup>Das BUWAL sorgt in Zusammenarbeit mit dem BLW für die Beschaffung der fachlichen Grundlagen, die für die Überwachung der Bodenbelastung nötig sind, und berät die Kantone.

<sup>3</sup>Die Kantone teilen die Ergebnisse der Überwachung dem BUWAL mit und veröffentlichen sie.

### **Art. 5** Beurteilung der Bodenbelastung

<sup>1</sup>Bund und Kantone beurteilen die Bodenbelastung anhand der in den Anhängen festgelegten Richt-, Prüf- und Sanierungswerte.

<sup>2</sup>Fehlen Richtwerte, so wird anhand der Kriterien in Artikel 2 Absatz 1 im Einzelfall beurteilt, ob die Fruchtbarkeit des Bodens langfristig gewährleistet ist.

<sup>3</sup>Fehlen für bestimmte Nutzungen Prüf- oder Sanierungswerte, so wird im Einzelfall beurteilt, ob die Bodenbelastung die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen konkret gefährdet. Das BUWAL sorgt für die Beratung der Kantone.

### **3. Abschnitt: Vermeidung nachhaltiger Bodenverdichtung und -erosion; Umgang mit ausgehobenem Boden**

#### **Art. 6** Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion

<sup>1</sup>Wer Anlagen erstellt oder den Boden bewirtschaftet, muss unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften und der Feuchtigkeit des Bodens Fahrzeuge, Maschinen und Geräte so auswählen und einsetzen, dass Verdichtungen und andere Strukturveränderungen des Bodens vermieden werden, welche die Bodenfruchtbarkeit langfristig gefährden.

<sup>2</sup>Wer Terrainveränderungen vornimmt oder den Boden bewirtschaftet, muss mit geeigneter Bau- und Bewirtschaftungsweise, insbesondere durch erosionshemmende Bau- oder Anbautechnik, Fruchtfolge und Flurgestaltung, dafür sorgen, dass die Bodenfruchtbarkeit nicht durch Erosion langfristig gefährdet wird. Sind dazu gemeinsame Massnahmen mehrerer Betriebe nötig, so ordnet der Kanton diese an, insbesondere bei der Erosion durch konzentrierten Oberflächenabfluss (Talwegerosion).

#### **Art. 7** Umgang mit ausgehobenem Boden

<sup>1</sup>Wer Boden aushebt, muss damit so umgehen, dass dieser wieder als Boden verwendet werden kann.

<sup>2</sup>Wird ausgehobener Boden wieder als Boden verwendet (z.B. für Rekultivierungen oder Terrainveränderungen), so muss er so aufgebracht werden, dass:

- a. die Fruchtbarkeit des vorhandenen und die des aufgebrachten Bodens durch physikalische Belastungen höchstens kurzfristig beeinträchtigt werden;
- b. der vorhandene Boden chemisch nicht zusätzlich belastet wird.

### **4. Abschnitt: Weitergehende Massnahmen bei belasteten Böden**

#### **Art. 8** Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Richtwerte (Art. 34 Abs. 1 USG)

<sup>1</sup>Sind in einem Gebiet die Richtwerte überschritten oder steigt die Bodenbelastung deutlich an, so ermitteln die Kantone die Ursachen der Belastung.

<sup>2</sup>Sie klären ab, ob die Massnahmen nach den Vorschriften des Bundes in den Bereichen Gewässerschutz, Katastrophenschutz, Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe und Organismen sowie Abfälle und physikalische Belastungen genügen, um im betroffenen Gebiet den weiteren Anstieg der Belastung zu verhindern.

<sup>3</sup>Genügen diese Massnahmen nicht, so treffen die Kantone weitergehende Massnahmen nach Artikel 34 Absatz 1 USG. Sie teilen diese vorher dem BUWAL mit.

<sup>4</sup>Die Kantone führen die Massnahmen innert fünf Jahren durch, nachdem die Bodenbelastung festgestellt worden ist. Sie legen die Fristen nach der Dringlichkeit des Einzelfalls fest.

**Art. 9** Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Prüfwerte  
(Art. 34 Abs. 2 USG)

<sup>1</sup>Sind in einem Gebiet die Prüfwerte überschritten, so prüfen die Kantone, ob die Belastung des Bodens Menschen, Tiere oder Pflanzen konkret gefährdet.

<sup>2</sup>Bei konkreter Gefährdung schränken sie die Nutzung des Bodens so weit ein, dass die Gefährdung nicht mehr besteht.

**Art. 10** Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Sanierungswerte  
(Art. 34 Abs. 3 USG)

<sup>1</sup>Sind in einem Gebiet die Sanierungswerte überschritten, so verbieten die Kantone die davon betroffenen Nutzungen.

<sup>2</sup>In Gebieten mit raumplanerisch festgelegter gartenbaulicher, land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung ordnen sie Massnahmen an, mit denen die Bodenbelastung so weit unter die Sanierungswerte gesenkt wird, dass die beabsichtigte standortübliche Bewirtschaftungsart ohne Gefährdung von Menschen, Tieren und Pflanzen möglich ist.

**Art. 11** Verschärfung der Bundesvorschriften

Wenn zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit neben den weitergehenden kantonalen Massnahmen oder an deren Stelle eine Verschärfung der Vorschriften des Bundes nach Artikel 33 USG notwendig ist, so stellt das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) dem Bundesrat Antrag.

## **5. Abschnitt: Empfehlungen des Bundes**

**Art. 12**

<sup>1</sup>Das BUWAL und die anderen betroffenen Bundesstellen erlassen gemeinsam Empfehlungen über die Anwendung dieser Verordnung. Sie arbeiten mit den Kantonen und den betroffenen Organisationen der Wirtschaft zusammen.

<sup>2</sup>Sie prüfen dabei, ob sich freiwillige, in Branchenvereinbarungen der Wirtschaft vorgesehene Massnahmen für die Anwendung dieser Verordnung eignen.

## 6. Abschnitt: Schlussbestimmungen

### Art. 13 Vollzug

<sup>1</sup>Der Vollzug dieser Verordnung ist Sache der Kantone, soweit er nicht dem Bund übertragen ist.

<sup>2</sup>Bundesbehörden, die auf Grund anderer Bundesgesetze Vorschriften über Anlagen vollziehen, vollziehen auch diese Verordnung.

### Art. 14 Aufhebung bisherigen Rechts

Die Verordnung vom 9. Juni 1986<sup>1)</sup> über Schadstoffe im Boden wird aufgehoben.

### Art. 15 Inkrafttreten

Diese Verordnung tritt am 1. Oktober 1998 in Kraft.

1. Juli 1998

Im Namen des Schweizerischen Bundesrates

Der Bundespräsident: Cotti

Der Bundeskanzler: Couchepin

---

<sup>1)</sup> AS 1986 1147, 1996 2243

## Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für anorganische Schadstoffe im Boden

### 1 Richt-, Prüf- und Sanierungswerte

#### 11 Richtwerte

Schadstoffe	Gehalte (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm <sup>3</sup> für Böden über 15 % Humus)	
	Totalgehalt	löslicher Gehalt
Chrom (Cr)	50	-
Nickel (Ni)	50	0.2
Kupfer (Cu)	40	0.7
Zink (Zn)	150	0.5
Molybdän (Mo)	5	-
Cadmium (Cd)	0.8	0.02
Quecksilber (Hg)	0.5	-
Blei (Pb)	50	-
Fluor (F)	700	20

TS = Trockensubstanz

#### 12 Prüfwerte

Nutzungsarten	Gehalte (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm <sup>3</sup> für Böden über 15 % Humus)						Probenahmetiefe (in cm)
	Blei (Pb)		Cadmium (Cd)		Kupfer (Cu)		
	t	l	t	l	t	l	
Nahrungspflanzenanbau	200	-	2	0.02	-	-	0–20
Futterpflanzenanbau	200	-	2	0.02	150	0.7	0–20
Nutzungen mit möglicher direkter <sup>1</sup> Bodenaufnahme	300	-	10	-	-	-	0–5

TS = Trockensubstanz

l = löslicher Gehalt

t = Totalgehalt

<sup>1</sup> oral, inhalativ, dermal

### 13 Sanierungswerte

Nutzungskategorien	Gehalte (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm <sup>3</sup> für Böden über 15 % Humus )								Probenahmetiefe (in cm)
	Blei (Pb)		Cadmium (Cd)		Kupfer (Cu)		Zink (Zn)		
	t	l	t	l	t	l	t	l	
Landwirtschaft und Gartenbau	2000	-	30	0.1	1000	4	2000	5	0–20
Haus- und Familiengärten	1000	-	20	0.1	1000	4	2000	5	0–20
Kinderspielplätze	1000	-	20	-	-	-	-	-	0–5

TS = Trockensubstanz      l = löslicher Gehalt      t = Totalgehalt

### 2 Ermittlung und Beurteilung der Schadstoffgehalte

<sup>1</sup>Ein Richtwert ist überschritten, wenn der lösliche oder der totale Gehalt eines Schadstoffs in einer repräsentativen Mischprobe aus den obersten 20 cm diesen Wert überschreitet.

<sup>2</sup>Ein Prüfwert oder ein Sanierungswert ist überschritten, wenn der lösliche oder der totale Gehalt eines Schadstoffs in einer repräsentativen Mischprobe aus den in den Tabellen nach Ziffer 1 angegebenen Probenahmetiefen diesen Wert überschreitet.

<sup>3</sup>In begründeten Fällen kann von diesen Probenahmetiefen abgewichen werden.

<sup>4</sup>Die Bodenproben werden in Umluft von 40 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und auf die Kornfraktion von 2 mm abgeseibt. Für die Umrechnung der Analyseergebnisse auf die Trockensubstanz werden repräsentative Teilproben bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

<sup>5</sup>Zur Ermittlung der totalen und löslichen Schadstoffgehalte gilt die folgende Tabelle:

Parameter	Lösungsmittel	Verhältnis der Einwaage einer Bodenprobe zum Volumen des Lösungsmittels (G/V)
Schwermetalle (Totalgehalt)	2 molare Salpetersäure (HNO <sub>3</sub> )	1 : 10
Schwermetalle (löslicher Gehalt)	0.1 molares Natriumnitrat (NaNO <sub>3</sub> )	1 : 2.5
Fluor total	NaOH-Schmelze	0.5 : 200
Fluor löslich	Wasser-Extrakt	1 : 50

G = Gewicht      V = Volumen

<sup>6</sup>Für die Umrechnung der Schadstoffgehalte bei Böden mit einem Humusgehalt über 15 Prozent von mg/kg Trockensubstanz in mg/dm<sup>3</sup> werden die gewichtsbezogenen Gehalte mit dem Trockenraumgewicht multipliziert.

## Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe im Boden

### 1 Richt-, Prüf- und Sanierungswerte

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

Werte	PCDD/F-Gehalte <sup>1</sup> (ng I-TEQ/kg TS für Böden bis 15 % Humus, ng I-TEQ/dm <sup>3</sup> für Böden über 15 % Humus)	Probenahmetiefe (in cm)
<i>Richtwert</i>	5	0–20
<i>Prüfwerte</i>		
Nutzungen mit möglicher direkter <sup>2</sup> 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

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

<sup>2</sup> oral, inhalativ, dermal



## 12 Werte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Werte	PAK <sup>1</sup> (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm <sup>3</sup> für Böden über 15 % Humus)		Probenahmetiefe (in cm)
	Summe der 16 Leit- substanzen	Benzo(a)pyren	
<i>Richtwert</i>	1	0.2	0–20
<i>Prüfwerte</i>			
Nutzungen mit möglicher direkter <sup>2</sup> Bodenaufnahme	10	1	0–5
Nahrungspflanzenanbau	20	2	0–20
<i>Sanierungswerte</i>			
Kinderspielplätze	100	10	0–5
Haus- und Familiengärten	100	10	0–20

TS = Trockensubstanz

<sup>1</sup> Die Beurteilungswerte gelten für die Summe der folgenden 16 PAK-Leitverbindungen der EPA (Priority pollutants list): Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(a)pyren, Indeno-(1,2,3-c,d)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen und Benzo(g,h,i)perylene

<sup>2</sup> oral, inhalativ, dermal

### 13 Werte für polychlorierte Biphenyle (PCB)

Werte	PCB-Gehalte <sup>1</sup> (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm <sup>3</sup> für Böden über 15 % Humus)	Probenahmetiefe (in cm)
<i>Prüfwerte</i>		
Nutzungen mit möglicher direkter <sup>2</sup> Bodenaufnahme	0.1	0–5
Nahrungspflanzenanbau	0.2	0–20
Futterpflanzenanbau	0.2	0–20
<i>Sanierungswerte</i>		
Kinderspielplätze	1	0–5
Haus- und Familiengärten	1	0–20
Landwirtschaft und Gartenbau	3	0–20

TS = Trockensubstanz

<sup>1</sup> Summe der 7 Kongeneren gemäss IRMM (Institute for Reference Materials and Measurements), IUPAC-Nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180

<sup>2</sup> oral, inhalativ, dermal

## 2 Ermittlung und Beurteilung der Schadstoffgehalte

<sup>1</sup>Ein Richt-, Prüf- oder Sanierungswert ist überschritten, wenn der Schadstoffgehalt in einer repräsentativen Mischprobe aus den in den Tabellen nach Ziffer 1 angegebenen Probenahmetiefen diesen Wert überschreitet.

<sup>2</sup>In begründeten Fällen kann von diesen Probenahmetiefen abgewichen werden.

<sup>3</sup>Die organischen Schadstoffe werden möglichst vollständig extrahiert (Totalgehalte). Das Bundesamt erlässt Empfehlungen zur Probenaufbereitung und Analyse.

<sup>4</sup>Für die Umrechnung von ng I-TEQ/kg Trockensubstanz in ng I-TEQ/dm<sup>3</sup> bzw. von mg/kg Trockensubstanz in mg/dm<sup>3</sup> der Schadstoffgehalte in Böden mit einem Humusgehalt über 15 Prozent werden die gewichtsbezogenen Gehalte mit dem Trockenraumgewicht multipliziert.

## Richtwerte für Erosion auf Ackerflächen<sup>1)</sup>

### 1 Richtwerte

Durchwurzelbare Mächtigkeit	Gesamter durchschnittlicher Bodenabtrag <sup>1</sup> (Tonnen TS pro Hektare und Jahr)
Bis und mit 70 cm	2
Über 70 cm	4

TS = Trockensubstanz

<sup>1</sup> Gesamter durchschnittlicher Bodenabtrag = Summe des flächenhaften und des linienhaften Bodenabtrags

### 2 Ermittlung des Bodenabtrags auf Ackerflächen

<sup>1</sup>Der durchschnittliche flächenhafte Bodenabtrag wird pro Parzelle abgeschätzt. Dabei werden der Niederschlag und die Bodenerodierbarkeit in der Region sowie die Hanglänge, Hangneigung und Fruchtfolge (Bodenbedeckung und -bearbeitung) auf der Parzelle berücksichtigt. Variiert die Erosion auf einer Parzelle stark, so wird sie für die entsprechenden Teilflächen ermittelt.

<sup>2</sup>Der durchschnittliche linienhafte Bodenabtrag auf der Parzelle wird aufgrund der Beobachtungen der letzten fünf Jahre geschätzt. Dabei werden die zeitliche Häufigkeit der Bildung von Erosionsrinnen sowie deren Anzahl und Tiefe berücksichtigt.

---

<sup>1)</sup> Artikel 18 der Landwirtschaftlichen Begriffsverordnung vom 7. Dezember 1998 (SR 910.91)

## **Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz USG)**

vom 7. Oktober 1983 (geändert am 21. Dezember 1995)

---

### **Art. 7** Definitionen

<sup>4bis</sup>Bodenbelastungen sind physikalische, chemische und biologische Veränderungen der natürlichen Beschaffenheit des Bodens. Als Boden gilt nur die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können.

## **5. Kapitel: Belastungen des Bodens**

### **Art. 33** Massnahmen gegen Bodenbelastungen

<sup>1</sup>Zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit werden Massnahmen gegen chemische und biologische Bodenbelastungen in den Ausführungsvorschriften zum Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991, zum Katastrophenschutz, zur Luftreinhaltung, zu den umweltgefährdenden Stoffen und Organismen sowie zu den Abfällen und zu den Lenkungsabgaben geregelt.

<sup>2</sup>Der Boden darf nur so weit physikalisch belastet werden, dass seine Fruchtbarkeit nicht nachhaltig beeinträchtigt wird; dies gilt nicht für die bauliche Nutzung des Bodens. Der Bundesrat kann über Massnahmen gegen physikalische Belastungen wie die Erosion oder die Verdichtung Vorschriften oder Empfehlungen erlassen.

### **Art. 34** Weitergehende Massnahmen bei belasteten Böden

<sup>1</sup>Ist die Bodenfruchtbarkeit in bestimmten Gebieten langfristig nicht mehr gewährleistet, so verschärfen die Kantone im Einvernehmen mit dem Bund die Vorschriften über Anforderungen an Abwasserversickerungen, über Emissionsbegrenzungen bei Anlagen, über die Verwendung von Stoffen und Organismen oder über physikalische Bodenbelastungen im erforderlichen Mass.

<sup>2</sup>Gefährdet die Bodenbelastung Menschen, Tiere oder Pflanzen, so schränken die Kantone die Nutzung des Bodens im erforderlichen Mass ein.

<sup>3</sup>Soll der Boden gartenbaulich, land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden und ist eine standortübliche Bewirtschaftung ohne Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen nicht möglich, so ordnen die Kantone Massnahmen an, mit denen die Bodenbelastung mindestens so weit vermindert wird, dass eine ungefährliche Bewirtschaftung möglich ist.

### **Art. 35** Richtwerte und Sanierungswerte für Bodenbelastungen

<sup>1</sup>Zur Beurteilung der Belastungen des Bodens kann der Bundesrat Richtwerte und Sanierungswerte festlegen.

<sup>2</sup>Die Richtwerte geben die Belastung an, bei deren Überschreitung die Fruchtbarkeit des Bodens nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung langfristig nicht mehr gewährleistet ist.

<sup>3</sup>Die Sanierungswerte geben die Belastung an, bei deren Überschreitung nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung bestimmte Nutzungen ohne Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen nicht möglich sind.