

Vollzugskonzept Qualitativer Bodenschutz 2012





Vorwort

Der Boden stellt eine wichtige Lebensgrundlage dar, die sich nicht vermehren und nur schlecht regenerieren lässt. Der verantwortungsvolle Umgang mit der Ressource Boden stellt deshalb eine wichtige Aufgabe dar.

Der Regierungsrat hat sich mit den Regierungsrichtlinien 2012 bis 2016 unter anderem zum Ziel gesetzt, Rahmenbedingungen zu schaffen, um unsere natürlichen Lebensgrundlagen langfristig zu sichern. Das vorliegende Bodenschutz-Vollzugskonzept bildet eine wichtige Grundlage für die Umsetzung der Regierungsrichtlinie.

Vor 20 Jahren beschloss der Thurgauer Regierungsrat die Schaffung einer kantonalen Bodenschutzfachstelle. Am Anfang stand die Verschmutzung der Böden mit Schadstoffen im Mittelpunkt. Heute sind die Aufgaben vielfältiger – es geht um die Erhaltung der Bodenqualität als Ganzes. Das neue Vollzugskonzept trägt diesen heutigen Aufgaben Rechnung.

Die Zusammenarbeit mit Gemeinden, Verbänden und Berufsorganisationen, aber auch innerhalb der kantonalen Verwaltung und insbesondere mit den Personen, denen der Boden gehört und/oder die den Boden nutzen, wird künftig weiter an Bedeutung gewinnen. Die langfristige Erhaltung von fruchtbarem und unversehrttem Boden setzt voraus, dass tragfähige Lösungen gefunden werden. In diesem Sinne sind alle aufgerufen, ihren Beitrag dazu mit Umsicht, Rücksichtnahme und Augenmass zu leisten.

Im Oktober 2012

Departement für Bau und Umwelt
Der Departementschef

Dr. Jakob Stark





Inhaltsverzeichnis

I Einführung

1	Ausgangslage und Zielsetzung	04
2	Gesetzlicher Auftrag	05
2.1	Grundlagen	05
2.2	Der Nutzen des Bodens	06
2.3	Aufgaben des qualitativen Bodenschutzes	07
2.4	Der Interventionsansatz des USG	07
3	Zuständigkeiten	08

II Vollzugskonzept

1	Bodenüberwachung	09
1.1	Aufgaben	10
1.2	Instrumente	10
1.3	Konkrete Vollzugsthemen	10
1.3.1	Bodenuntersuchungen	10
1.3.2	Immissionsüberwachung	11
1.4	Künftige Handlungsschwerpunkte	11
2	Stofflicher Bodenschutz	12
2.1	Aufgaben	12
2.2	Instrumente	13
2.3	Konkrete Vollzugsthemen	13
2.3.1	Vermeidung neuer chemischer Bodenbelastungen	13
2.3.2	Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben	14
2.3.2.1	Bodenverschiebungen in Rebbaugebieten	16
2.3.2.2	Bodenverschiebungen bei Verkehrswegen	17
2.3.2.3	Bodenverschiebungen bei Schrebergärten und Gärtnereien	19
2.3.2.4	Geogene Hintergrundbelastung	19
2.3.2.5	Bodenverschiebungen bei anderen Belastungshinweisen	20
2.3.3	Gefahrenabwehr bei Bodenbelastungen	20
2.4	Künftige Handlungsschwerpunkte	21



II Vollzugskonzept

3	Physikalischer Bodenschutz	23
3.1	Aufgaben	23
3.2	Instrumente	24
3.3	Generelle Grundsätze	24
3.4	Konkrete Vollzugsthemen	27
3.4.1	Bauliche Eingriffe in den Boden	27
3.4.1.1.	Rohstoffabbau und Rekultivierungen	28
3.4.1.2.	Deponien	29
3.4.1.3.	Landwirtschaftliche Terrainveränderungen	29
3.4.1.4.	Wasserbau-Vorhaben	30
3.4.1.5.	Andere Bauvorhaben	31
3.4.2	Materialaufbringung	31
3.4.3	Bodenschutz in Land- und Forstwirtschaft	33
3.4.4	Veranstaltungen «auf der grünen Wiese»	34
3.5	Künftige Handlungsschwerpunkte	35
4	Information	36
4.1	Aufgaben	36
4.2	Instrumente	36
4.3	Konkrete Vollzugsthemen	36
4.3.1	Bodenfeuchte-Messnetz	36
4.3.2	Weiterbildung	37
4.4	Künftige Handlungsschwerpunkte	37

III Glossar

Erklärung von Fachbegriffen	38
-----------------------------------	----

IV Anhang

1 Vollzugshilfsmittel	42
2 Physikalischer Bodenschutz – Eckpunkte für die gute fachliche Praxis	44
3 Beurteilungsraster bei landwirtschaftlichen Terrainveränderungen	48



I Einführung

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Boden ist ein endliches Gut. Der Bodenschutz bezweckt, dieses Gut zu erhalten und nachhaltig zu bewirtschaften. Dabei wird unterschieden zwischen

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

Der quantitative Bodenschutz bezweckt den haushälterischen Umgang mit dem Boden im Sinne einer zweckmässigen und geordneten Besiedelung. Er ist primär Sache der Raumplanung und wird deshalb in diesem Konzept nicht weiter behandelt.

Vorgaben zum qualitativen Bodenschutz finden sich primär im Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01), doch auch Gewässerschutz- und Landwirtschaftsgesetz sowie die Waldverordnung enthalten entsprechende Vorschriften.

Mit der Revision des USG im Jahre 1997 und der Einführung der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, SR 814.12) 1998 wurden die in den 1980er Jahren eingeführten Bodenschutzbestimmungen insbesondere im Bereich chemischer Belastungen konkretisiert und um Vorgaben zum physikalischen und biologischen Bodenschutz ergänzt.

Der Stand der Umsetzung dieser Bestimmungen im Thurgau und die Ausgestaltung des Vollzugs wurden im Februar 2009 in einem verwaltungsinternen Zustandsbericht zusammengefasst. Dieser diente in der Folgezeit als Grundlage eines breit gefächerten Meinungsaustausches zwischen Verwaltung, Politik, Baubranche und Verbänden.

Im November 2009 wurde beschlossen, die Diskussionsergebnisse zum Anlass zu nehmen, ein Thurgauer Bodenschutz-Vollzugskonzept zu erarbeiten. Dieses soll den Vollzug der bundesgesetzlichen Vorgaben zum Bodenschutz im Thurgau für den Zuständigkeitsbereich des AfU konkretisieren und die Handlungsschwerpunkte für die nächsten fünf Jahre festlegen.

Ein Merkblatt fasst die wichtigsten Hinweise für die Umsetzung des Konzepts in den Gemeinden zusammen. Es erscheint im ersten Quartal 2013.



2 Gesetzlicher Auftrag

2.1 Grundlagen

Gegenstand des bundesgesetzlichen Auftrags zum Schutz des Bodens gemäss USG ist die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Art. 1). Ein fruchtbarer Boden weist folgende Eigenschaften auf (Art. 2 VBBo):

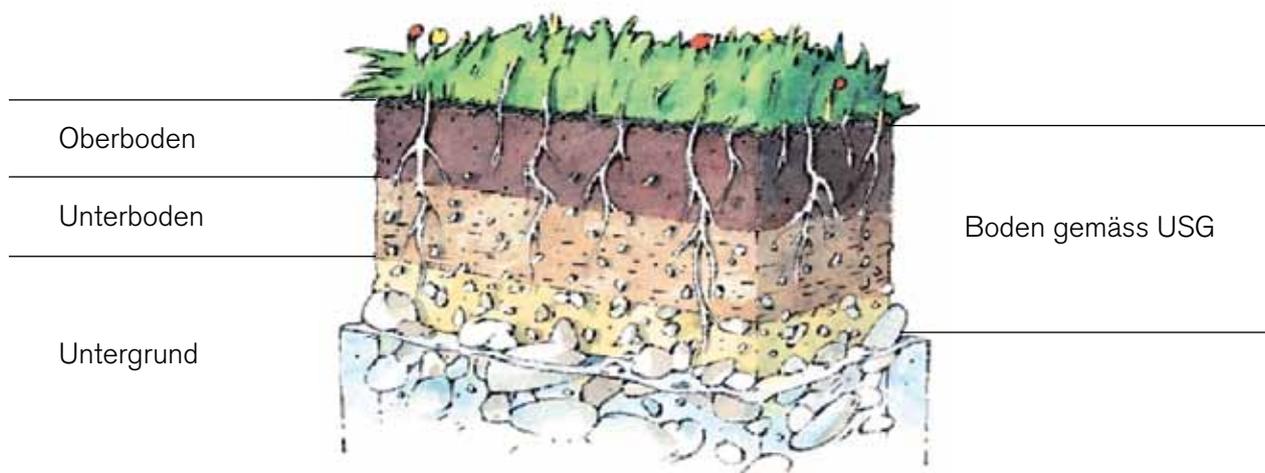
- typische artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft
- typische Bodenstruktur
- ungestörte Abbaufähigkeit
- ungestörtes Pflanzenwachstum
- gute Qualität pflanzlicher Erzeugnisse
- keine Gefährdung von Menschen und Tieren

Diese Definition der Bodenfruchtbarkeit ist breit und geht weit über die Produktivität und Ertragsfähigkeit im agronomischen Sinn hinaus. Sie trägt den verschiedenen Funktionen des Bodens Rechnung, berücksichtigt dabei die land- und forstwirtschaftliche Nutzung und schliesst den Boden als Gefährdungsquelle ein.

Das USG schränkt den Begriff Boden gegenüber den diversen Definitionen der Naturwissenschaften ein. Diese Einschränkung ergibt sich aus dem Zweckartikel des USG, welcher, wie oben beschrieben, die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit zum Ziel hat. Biologisch aktiv und damit im eigentlichen Sinne fruchtbar sind nur die obersten Teile der Erdkruste. Als Boden gemäss USG wird damit die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können bezeichnet (Art. 7 Abs. 4^{bis}). Der felsige Untergrund oder versiegelte Böden gehören nicht dazu.

Wie die folgende Abbildung zeigt, umfassen die Bodenschutzbestimmungen des USG damit den Oberboden, den Unterboden sowie die oberste, angewitterte Schicht des Ausgangsgesteins.¹

Abbildung 1: Bodenprofil und Bodendefinition gemäss USG



Die meisten Böden im Thurgau haben sich in den rund 10'000 -15'000 Jahren seit der letzten Eiszeit entwickelt und sind zwischen 50 und 120 cm mächtig.

¹ Je nach Umfeld werden Synonyme verwendet:

Oberboden (Humus, 1. Stich); Unterboden (Stockerde, Roterde, Mutterboden, 2. Stich); Untergrund (Aushub, Fels, Schotter, Muttergestein).



2.2 Der Nutzen des Bodens

Der Schutz des Bodens ist kein Selbstzweck. Fruchtbare Böden im Sinne des USG (vgl. Kapitel 2.1) erfüllen eine Vielzahl an Funktionen im Naturkreislauf und sind damit unabdingbarer Bestandteil einer intakten Umwelt. Darüber hinaus dienen sie den Menschen in vielfältiger Weise als Lebensgrundlage und beherbergen bei Weitem die meisten Lebewesen.

Nach ihren ökologischen Wirkungen aufgeschlüsselt lassen sich folgende Funktionen benennen²:

Tabelle 1: Bodenfunktionen und ihre Wirkungen

Funktion	Wirkung
Produzierende Funktion	Produktion von Lebensmitteln, Holz etc.
Physikalische Funktion	Wasser- und Gasaustausch, Nährstofflieferant, Lebensraum
Chemische Funktion	Schadstoff-Filter, Wasserreinigung
Biologische Funktion	Bindung und Umbau der organischen Substanz

In der Wissenschaft gibt es erste Ansätze, die Leistungen und den Nutzen des Bodens zu bewerten – auch in finanzieller Sicht. Welchen Wert hat ein Quadratmeter Filterfunktion für die mehr als 100'000 Menschen, deren Wasserversorgung im Thurgau auf Grundwasser angewiesen ist? Welche Kosten würden entstehen, gebe es den Boden nicht? Ob eine solche Bewertung jemals möglich sein wird, ist angesichts der vielfältigen und komplexen Funktions-Zusammenhänge schwer vorherzusagen. Unstrittig ist jedoch bereits heute, dass der Boden einen Wert hat, der weit über den blossen Boden-Preis hinausgeht und der steigen wird, da der Boden eine endliche Ressource darstellt.

² Tschannen 1999: Kommentar zum Umweltschutzgesetz.



2.3 Aufgaben des qualitativen Bodenschutzes

Wie vorstehend erläutert, bezweckt der im USG verankerte qualitative Bodenschutz die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Belastungen sollen auf ein verträgliches Mass reduziert bleiben. Qualitativer Bodenschutz ist damit vorsorgeorientiert.

Das USG stellt den qualitativen Bodenschutz bewusst in einen Gesamtkontext, indem es in seinem Zweckartikel den dauerhaften Schutz von Menschen, Tieren und Pflanzen sowie ihrer Lebensgemeinschaften und der natürlichen Lebensgrundlagen als Ziel definiert. So sollen beispielsweise schadstofffreie Böden sicherstellen, dass Menschen und Tiere nicht durch belastete Produkte oder direkte Bodenaufnahme gefährdet werden.

Dieser Ansatz bedingt Massnahmen zum Schutz des Bodens vor schädlichen Stoffen und Organismen sowie vor übermässiger mechanischer Beanspruchung und Strukturveränderung. Auch der sorgfältige Umgang mit ausgehobenem Boden beim Bauen gehört folglich zum qualitativen Bodenschutz.

2.4 Der Interventionsansatz des USG

Das USG folgt dem Vorsorgeprinzip. Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen (Art. 1 USG). Es definiert dabei, was unter Bodenbelastungen zu verstehen ist (Art. 7 USG), inwieweit Belastungen zulässig sind, und welche Massnahmen ergriffen werden können (Art. 34 USG). Es ergeben sich damit folgende Aufgaben:

- A** Früherkennung von Belastungen (Vorsorge und Überwachung)
- B** Langfristiger Erhalt der Bodenfruchtbarkeit
- C** Massnahmen bei Gefährdungen

Zur Früherkennung (**A**) hat der Kanton die Aufgabe, Bodenbelastungen zu überwachen und zu beurteilen – und zwar mit Schwerpunkt in jenen Gebieten, in denen eine Belastung zu erwarten ist oder bereits feststeht (Art. 4 + 5 VBBo). Dieser Aspekt wird in Kapitel 1 des Vollzugskonzeptes (Seite 10) behandelt.

Der langfristige Erhalt der Bodenfruchtbarkeit (**B**) erfolgt einerseits durch das Vermeiden der Kontamination von Böden mit Schadstoffen (vgl. Kapitel 2, Seite 12) und der Schädigung seines natürlichen Aufbaus bzw. seiner Struktur (vgl. Kapitel 3, Seite 23).

Im Bereich der stofflichen Belastungen definiert die VBBo zur Konkretisierung der vorgenannten Aufgaben Richt-, Prüf- und Sanierungswerte (vgl. Abbildung 2, Seite 12). Diesen Werten sind jeweils konkrete Massnahmen (**C**) zugeordnet. Diese Beurteilungswerte sind massgeblich für den heutigen und zukünftigen Vollzug.



3 Zuständigkeiten

Bodenschutz findet auf Bundes-, Kantons- und Gemeinde-Ebene statt. Innerhalb der kantonalen Verwaltung nehmen mehrere Ämter und Fachstellen Bodenschutzaufgaben wahr.

Das **Amt für Umwelt (AfU)** ist dabei zuständig für den Vollzug des USG und damit für den in diesem Konzept thematisierten qualitativen Bodenschutz.

Die wichtigsten kantonalen Partnerämter und Fachstellen im Zusammenhang mit Aufgaben des Bodenschutzes sind:

- **Amt für Raumplanung** (quantitativer Bodenschutz, Sachplan Fruchtfolgeflächen)
- **Landwirtschaftsamt** (Ökologischer Leistungsnachweis, Meliorationen)
- **Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg** (Beratung der Landwirtschaft)
- **Forstamt** (Verhütung von Waldschäden)
- **Kantonales Labor** (Gefahrenabwehr bodenabhängig produzierter Nahrungsmittel)

Innerhalb des Amtes für Umwelt ergeben sich zudem zahlreiche Schnittstellen zwischen dem Bodenschutz und anderen Fachbereichen, wie beispielsweise beim planerischen Gewässerschutz, bei der Wasser- und Gewässerqualität, der Altlastenbewältigung oder der Neophytenproblematik.



II Vollzugskonzept

Bodenschutz ist ohne aktives Mitwirken der unmittelbar Betroffenen nicht realisierbar. Das vorliegende Konzept geht davon aus, dass gesunde Böden im Interesse aller Akteure liegen, dass also niemand durch absichtliches Handeln Böden zu schädigen oder zu zerstören beabsichtigt. Der Eigenverantwortlichkeit der Akteure fällt folglich ein grosses Gewicht zu.

Das vorliegende Vollzugskonzept beschreibt die dem Amt für Umwelt vom Gesetzgeber übertragenen Aufgaben und konkretisiert deren Umsetzung im Rahmen der täglichen Vollzugspraxis. Es gliedert sich in die folgenden vier Themenblöcke:

- Bodenüberwachung (ab Seite 10)
- Stofflicher Bodenschutz (ab Seite 12)
- Physikalischer Bodenschutz (ab Seite 23)
- Information (ab Seite 36)

Im Vollzugskonzept kann und soll nicht jedes Vollzugsthema bis ins Detail geregelt werden. Vielmehr soll eine Grundlage geschaffen werden, auf der konkrete Einzelfallentscheide unter Berücksichtigung des Ermessensspielraumes und der Rechtsgleichheit gefällt werden können. Um den Rahmen des Papiers nicht zu sprengen, werden die in der Praxis am häufigsten auftretenden Fragestellungen detaillierter behandelt als die eher seltenen Fälle.



1 Bodenüberwachung

1.1 Aufgaben

Ziel des USG ist es, die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhalten und Belastungen auf ein verträgliches Mass zu begrenzen. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn die tatsächliche Belastung der Böden bekannt und beurteilt ist.

Bund und Kantone teilen sich diese Aufgabe. Während der Bund primär für die gesamtschweizerischen Bodenschutzmassnahmen zuständig ist (Art. 33 USG), obliegen den Kantonen die weitergehenden Massnahmen bei belasteten Böden (Art. 34 USG). Gegenstand der Beurteilungspflicht sind alle chemischen, biologischen und physikalischen Bodenbelastungen³.

Die Aufgabe des Kantons ist dabei nicht die blosse **Beobachtung**, sondern die **Beurteilung** (Art. 5 Abs. 1 VBBo) und die **Überwachung** (Art. 4 Abs. 1 VBBo) der Bodenbelastungen. Er ist darüber hinaus verpflichtet, die Ergebnisse der Überwachung dem Bund mitzuteilen und sie zu veröffentlichen.

1.2 Instrumente

Die Bodenüberwachung erfolgt mit Hilfe folgender Instrumente

- Bodenuntersuchungen
- Immissionsüberwachung

1.3 Konkrete Vollzugsthemen

1.3.1 Bodenuntersuchungen

Eine erste Übersicht über die Schadstoffgehalte der Thurgauer Böden wurde in den 1990er Jahren im Rahmen verschiedener Untersuchungen gewonnen. Bei den Erhebungen wurde nach Dringlichkeit vorgegangen. Zunächst wurden Emissionsstandorte wie beispielsweise die damaligen Kehrlichtverbrennungsanlagen, Industriebetriebe, Schrebergärten und Verkehrswege untersucht, um sich einen Überblick über die Belastungssituation zu verschaffen. Damit konnten rund 20 % der Kantonsfläche erfasst werden. Im Jahre 1995 wurde dann eine kantonsweite Rasterbeprobung durchgeführt, so dass für das gesamte Kantonsgebiet Boden-Schadstoffdaten vorliegen.

Seit dem Jahr 2000 finden nur noch einzelfallbezogene Untersuchungen statt, die in der Regel im Zusammenhang mit konkreten Bauvorhaben stehen.

³ Vgl. Tschannen 1999, Kommentar zum Umweltschutzgesetz.



1.3.2 Immissionsüberwachung

Der Thurgau betreibt kein kantonales Bodenüberwachungsnetz (KABO), bei dem in regelmässigen Zeitabständen an definierten Orten Bodenproben entnommen werden. Der Eintrag von Luftschadstoffen in den Boden wird stattdessen seit 2001 anhand von regelmässigen Moosanalysen überwacht⁴. Moose eignen sich für derartige Untersuchungen, weil sie Wasser, Nährstoffe, aber auch Schadstoffe nicht über Wurzeln, sondern direkt aus der Atmosphäre aufnehmen.

Bei den Untersuchungen werden im 5-Jahresrhythmus 35 Standorte beprobt. Die Probenahme erfolgt im Abstand von mindestens 300 m zu Strassen und Siedlungen, womit die emittentenferne Belastung und nicht lokale Spitzenwerte erfasst werden. Ziel dieser Untersuchung ist es, die atmosphärische Deposition von Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Blei, Vanadium und Zink qualitativ und quantitativ zu erfassen.

Die Untersuchungen finden zeitgleich mit der Beprobungsaktion des Bundes⁵ statt und die ermittelten Depositionswerte werden mit denen anderer Kantone und des europäischen Auslandes verglichen.

1.4 Künftige Handlungsschwerpunkte

Die Immissionsüberwachung durch Moosanalysen soll weitergeführt werden, da mit ihr eine Beschreibung der generellen Situation im Zusammenhang mit der Deposition von Luftschadstoffen erfolgen kann. Der Aufbau eines klassischen KABO ist hingegen nicht vorgesehen.

Mit Moosanalysen nicht abgebildet werden kann der Eintrag von Schadstoffen über andere Wege als über die Luft. Im Sinne des gesetzlichen Auftrags müsste daher langfristig die Überwachung der Bodenbelastung in Gebieten, in denen eine Belastung zu erwarten ist oder bereits feststeht, intensiviert werden. Eine solche Überwachung kann aktuell nur im Zusammenhang mit Bodenverschiebungen (vgl. Kapitel 2.3.2) und bei Fragen der Gefahrenabwehr (vgl. Kapitel 2.3.3) erfolgen. Hierzu ist in einem ersten Schritt eine Ergänzung der Hinweiskarte Bodenbelastungen (siehe Anhang 1) erforderlich.

Der Bund erarbeitet derzeit methodische Grundlagen für die Überwachung der physikalischen und biologischen Zustände der Böden. Die daraus eventuell entstehenden Anforderungen an den Thurgau können derzeit noch nicht beurteilt werden.

⁴ In diesem Zusammenhang muss auch auf die Massnahmen zur Luftreinhaltung verwiesen werden. Die Deposition von Schwermetallen und anderen problematischen Schadstoffen ist heute generell auf tiefem Niveau. Der permanente Vollzug der Luftreinhalteverordnung durch das AfU stellt dies auch für die Zukunft sicher.

⁵ Das Moos-Monitoring-Programm des Bundes umfasst mehrere Standorte im Thurgau. Es ist Teil des europäischen Projektes «Monitoring of atmospheric heavy-metal deposition in Europe using bryophytes», an dem 31 Länder teilnehmen.



2 Stofflicher Bodenschutz

2.1. Aufgaben

Es gibt eine Vielzahl von Ursachen, die zu chemischen Belastungen von Böden führen können. Neben industriellen und gewerblichen Emittenten gehören dazu auch Verkehrsträger, Korrosionsschutz-Massnahmen, Schiessanlagen, Abfalldünger und Pflanzenbehandlungsmittel. Listen mit den wichtigsten Ursachen für Bodenbelastungen sowie den relevanten Schadstoffen sind u.a. in der Bundeswegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (BUWAL 2001) enthalten. Der chemische Bodenschutz soll gemäss Teil 1, Kapitel 2.1 (Seite 5) insbesondere sicherstellen, dass:

- ein ungestörtes Pflanzenwachstum möglich ist;
- pflanzliche Erzeugnisse von guter Qualität sind; und
- keine Gefährdung von Menschen und Tieren vorliegt.

Zur Konkretisierung definiert die VBBo Richt-, Prüf- und Sanierungswerte⁶. Diesen Werten sind jeweils konkrete Massnahmen zugeordnet⁷.

Abbildung 2: Bodenschutzkonzept der Schweiz



⁶ Die Wegleitung «Verwertung von ausgehobenem Boden» (Wegleitung Bodenaushub) des BUWAL vom Dezember 2001 enthält ergänzend Beurteilungswerte, die in der VBBo nicht geregelt aber von praktischer Relevanz sind.

⁷ Das Bodenschutzkonzept der Schweiz wird in den Erläuterungen zur VBBo (BUWAL 2001) ausführlich beschrieben. Die Bedeutung von Richt-, Prüf- und Sanierungswerten werden im Kommentar zum Umweltschutzgesetz erläutert (Tschannen, 1999).



Der stoffliche Bodenschutz ist gegenüber der Altlasten-Thematik abgegrenzt. Er behandelt lediglich chemische Belastungen im Boden, nicht im Untergrund. Diese Belastungen können auch diffuser Natur sein, Belastete Standorte sind hingegen Orte, deren Belastung von Abfällen stammt und die eine beschränkte Ausdehnung aufweisen. Sie umfassen Ablagerungsstandorte wie z.B. Deponien, Betriebsstandorte und Unfallstandorte. Die Rechtsgrundlage für die Altlastenbearbeitung bildet ebenfalls das Umweltschutzgesetz, die konkreten Vollzugsvorgaben finden sich jedoch in der Altlastenverordnung (AltIV, SR 814.680).

2.2 Instrumente

Für den Vollzug des stofflichen Bodenschutzes im Thurgau stehen im Wesentlichen folgende Instrumente zur Verfügung:

- Erheben von Bodenbelastungen bei Belastungshinweisen
- Überwachung von Bodenverschiebungen bei bekannten Belastungen
- Vorgaben zur Vermeidung neuer Bodenbelastungen bei konkreten Vorhaben

Bekannte Belastungen werden in der Hinweiskarte Bodenbelastungen (HKB) verwaltet (Details siehe Anhang 1).

2.3 Konkrete Vollzugthemen

2.3.1 Vermeidung neuer chemischer Bodenbelastungen

Dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes folgend, sind Bodenbelastungen möglichst von vornherein zu vermeiden oder zu begrenzen. Konkret tritt diese Fragestellung beispielsweise im Zusammenhang mit Korrosionsschutz-Massnahmen (z.B. Brückensanierungen), bei der Triage von belastetem Material auf gewachsenem Boden oder bei der temporären Inanspruchnahme von Boden für Baupisten, Installationen oder Veranstaltungen auf.

Das AfU nimmt zu entsprechenden Vorhaben im Rahmen des jeweiligen Bewilligungsverfahrens Stellung und macht konkrete Vorgaben zur Vermeidung von Verunreinigungen. Es gelten dabei folgende Grundsätze:

- Der Boden darf nicht durch Schadstoffe belastet werden. Abfälle und Abwasser sind fachgerecht zu entsorgen.
- Für den Unterhalt von korrosionsschutzgeschützten Objekten sind die «Empfehlung Nr. 14 des Cercl'air», die «BAFU-Vollzugshilfe Korrosionsschutz im Freien – Konzept und Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten» sowie die «Arbeitshilfe Bodenschutz bei korrosionsschutzgeschützten Objekten» der Bodenschutzfachstellen der Kantone und des Bundes massgeblich.



- Bei der Triage von belastetem Material auf gewachsenem Boden müssen Trenn-Vliese, Mulden oder andere wirksame Techniken eingesetzt werden. Es gelten die Anforderungen an Zwischenlager der Technischen Verordnung über Abfälle sowie des Merkblattes TG 16 des AfU.
- Bei Baupisten und Installationsplätzen, bei denen Recyclingbaustoffe zum Einsatz kommen, sind geeignete Trenn-Massnahmen (z.B. Trenn-Vliese) einzusetzen.
- Baustellen sind gemäss SIA Empfehlung 431 resp. Merkblatt TG 14 zu entwässern.
- Im Einzelfall verlangt oder führt das AfU selbst eine Erfolgskontrolle in Form von Bodenuntersuchungen durch.

2.3.2 Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben

Bei Bauvorhaben besteht oft die Gefahr, dass belasteter Boden unkontrolliert verschoben wird. In der Folge können bisher nicht oder nur wenig verunreinigte Standorte belastet werden. Die seit den 1990er Jahren als fester Bestandteil der Baugesuchs-Unterlagen erforderliche Deklaration für Erdarbeiten soll sicherstellen, dass dies nicht geschieht.

Der Umgang mit ausgehobenem Boden ist in der Wegleitung Bodenaushub (BUWAL 2003) geregelt. Zusammengefasst gilt das Vorgehen gemäss folgender Tabelle.

Tabelle 2: Umgang mit Bodenaushub gemäss Bundeswegleitung

Schadstoffgehalt	Bezeichnung	Umgang
≤ Richtwert VBBo	Unbelasteter Bodenaushub	Uneingeschränkte Verwendung
> Richtwert VBBo ≤ Prüfwert VBBo	Schwach belasteter Bodenaushub	Boden vor Ort oder auf gleichermassen belasteten Flächen wieder anlegen Entsorgung in Inertstoffdeponie
> Prüfwert VBBo	Stark belasteter Bodenaushub	Zwingende Entsorgung in TVA-konformer Deponie



Praxis des AfU bezüglich der Notwendigkeit von Untersuchungen

Nach geltendem Bundesrecht ist es bei Bodenverschiebungen unerlässlich, den Boden auf Schadstoffe zu untersuchen, falls auf Grund bekannter Messwerte, der früheren Immissionslage oder der bisherigen Nutzung erhöhte Schadstoffgehalte zu erwarten sind.

Bodenuntersuchungen sind nach Thurgauer Praxis nicht überall, wo ein Belastungshinweis vorliegt, tatsächlich erforderlich. Nur wo die Höhe der erwarteten Belastung relevant ist, aber nicht verlässlich abgeschätzt werden kann, sind Bodenuntersuchungen unerlässlich.

Massgeblich für Bodenuntersuchungen sind das Handbuch Bodenprobenahme (BUWAL 2003) sowie die Analysevorschriften der VBBo. Die Probenahme darf nur durch anerkannte Fachpersonen erfolgen. Analysen dürfen nur von akkreditierten Laboren durchgeführt werden, welche regelmässig am Ringversuch der Nationalen Bodenbeobachtung teilnehmen und diesen bestehen.

Die Bauherrschaft deklariert nach Vorliegen etwaiger Untersuchungsergebnisse gegenüber Gemeinde und AfU schriftlich, wie konkret mit ausgehobenem Boden umgegangen wird. Das AfU fordert stichprobenartig einen Nachweis über die Entsorgung.

Die Kosten für Schadstoffuntersuchungen können bei kleinen Bauvorhaben unverhältnismässig hoch sein. Aus diesem Grund bedarf es einer sinnvollen Mindestgrösse, ab der Untersuchungen bei vorliegenden Belastungshinweisen notwendig werden. Basierend auf der durchschnittliche Grösse eines Einfamilienhauses wird deshalb eine Mindestkubatur von 50 m³ anfallendem Boden resp. eine Eingriffsfläche von 250 m² als Mindestgrenze für die Notwendigkeit von Untersuchungen verwendet. Diese Regelung gilt bereits seit April 2010.

Der Verzicht auf Untersuchungen im Zusammenhang mit Mindestgrenzen und anderen Vereinfachungen erfordert eine Festsetzung des notwendigen Umgangs mit ausgehobenem Boden per Expertenentscheid des AfU. Es bleibt der Bauherrschaft jedoch unbenommen, auf eigene Kosten Untersuchungen durchführen zu lassen und dem Amt für Umwelt zur Prüfung einzureichen («Gegenbeweis»).

Baugesuche sind im Regelfall auf eine oder wenige Parzellen begrenzt. Das AfU prüft dementsprechend die Belastungshinweise einzelfallweise und auf der Basis von Parzellen. D.h. es wird beispielsweise pro Baugesuch entschieden, ob Untersuchungen erforderlich sind.

Bei Planungsgesuchen (Ortsplanungsrevision, Gestaltungsplanverfahren etc.) besteht darüber hinaus die Möglichkeit parzellenübergreifender Betrachtungen. Das AfU weist bereits auf der Stufe Vorprüfung auf allfällige Belastungshinweise hin und formuliert Vorgaben, die beispielsweise in Sonderbauvorschriften übernommen werden können. Auch wird auf allenfalls nötige Untersuchungen hingewiesen.

Das AfU kann sich im Rahmen seiner finanziellen Möglichkeiten an parzellenübergreifenden Untersuchungen in Zusammenarbeit mit der jeweiligen Gemeinde beteiligen.



2.3.2.1 Bodenverschiebungen in Rebbaugeländen

Im Thurgau hat der Rebbau Tradition. Einstmals waren über 2'000 Hektaren Boden mit Reben bestockt. Diese können aufgrund des Einsatzes kupferhaltiger Spritzmittel belastet sein. Die Rebflächen wurden bereits 1998 von alten Karten digitalisiert und anhand der von den damaligen Beratungsinstituten empfohlenen Spritzmittelmengen und der Nutzungsdauer die erwartete Bodenbelastung errechnet. Das zu Grunde liegende Modell wurde durch Untersuchungen validiert und hat sich in der Praxis bewährt. Die ehemaligen und aktuellen Rebbaugelände sind in fünf Belastungsklassen eingeteilt:

- A** Unbelastet
- B** Richtwertüberschreitung möglich
- C** Richtwertüberschreitung hinreichend gesichert
- D** Prüfwertüberschreitung möglich
- E** Prüfwertüberschreitung hinreichend gesichert

Bodenuntersuchungen bei Bauvorhaben in ehemaligen und aktuellen Rebbergen sind nur dort nötig, wo Unsicherheiten über die tatsächliche Belastungshöhe oder über die Mächtigkeit der belasteten Erdschicht bestehen⁸ und die Mindestgrösse resp. Mindestkubatur überschritten werden. Demzufolge sind Untersuchungen in den Belastungsklassen **B**, **D** und **E** erforderlich. In der Belastungsklasse **B** muss der Boden nur untersucht werden, wenn er als unbelastet abgeführt werden soll. Für die Entsorgung in einer Inertstoffdeponie oder die Wiederverwendung vor Ort werden von Seiten des AfU keine Analysen verlangt, es ist jedoch möglich, dass ein Entsorgungsunternehmen entsprechende Nachweise einfordert. Insgesamt sind damit auf weniger als 20 % der betroffenen Flächen Untersuchungen notwendig. Abhängig von der Belastungsklasse werden folgende Auflagen formuliert:

Tabelle 3: Untersuchungsbedarf und Auflagen bei Bauvorhaben in Rebbergen

Bez.	Belastungsklasse	Untersuchen?	Inhalt Auflage
A	Unbelastet	Nein	Nicht Bestandteil HKB, keine Auflage
B	Richtwert- überschreitung möglich	Ja*, wenn Boden uneinge- schränkt ver- wendet werden soll	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine unmittelbare Gefährdung ▪ Boden darf u. U. nicht frei verwendet werden ▪ Boden kann auf Parzelle belassen werden ▪ Entsorgung auf Inertstoffdeponie ohne Analysen möglich <p style="color: red;">Bei Unterschreitung der Mindestgrösse/-kubatur Umgang wie Belastungsklasse C</p>

* Anmerkung: Untersuchungen sind nur erforderlich, wenn die Mindestgrösse (250 m²) resp. Mindestkubatur (50 m³) überschritten sind.

⁸ Nach den bisherigen Erfahrungen mit Thurgauer Rebbergen ist schwache Kupferbelastung häufig auf den Oberboden (ca. 0-30 cm) begrenzt. In Gebieten mit Prüfwertüberschreitungen werden aber auch regelmässig Kupferbelastungen in mehr als 60 cm Tiefe nachgewiesen.



Bez.	Belastungsklasse	Untersuchen?	Inhalt Auflage
C	Richtwertüberschreitung hinreichend gesichert	Nein	<ul style="list-style-type: none"> ▪ keine unmittelbare Gefährdung ▪ Boden darf nicht frei verwendet werden ▪ Boden kann auf Parzelle belassen oder auf ähnlich belasteten Flächen aufgebracht werden ▪ Falls Entsorgung: Inertstoffdeponie zwingend
D	Prüfwertüberschreitung möglich	Ja*	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefährdung möglich ▪ Boden darf nicht frei verwendet werden ▪ Falls Entsorgung: Inertstoffdeponie zwingend
E	Prüfwertüberschreitung hinreichend gesichert	Ja*	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefährdung möglich ▪ Boden darf nicht frei verwendet werden ▪ Entsorgung in Inertstoffdeponie zwingend

* Anmerkung: Untersuchungen sind nur erforderlich, wenn die Mindestgrösse (250 m²) resp. Mindestkubatur (50 m³) überschritten sind.

2.3.2.2 Bodenverschiebungen bei Verkehrswegen

Im Nahbereich von Strassen und Bahnlinien ist mit hinreichender Wahrscheinlichkeit mit einer vom Verkehrsbetrieb stammenden Bodenbelastung zu rechnen. Häufige Schadstoffe entlang von Strassen sind die Schwermetalle Blei, Kupfer, Zink und Cadmium sowie Kohlenwasserstoffe und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe. Entlang von Eisenbahnlinien sind oft erhöhte Kupfer-Gehalte zu verzeichnen.

Die Belastung ist u.a. abhängig vom Verkehrsaufkommen. In der HKB werden basierend auf eigenen Untersuchungen sowie umfangreichen Abklärungen anderer Kantone folgende Perimeter-Breiten (so genannte «Opferstreifen») definiert, innerhalb denen mit hinreichender Wahrscheinlichkeit mit einer vom Verkehrsbetrieb stammenden Bodenbelastung zu rechnen ist:

- 5 m ab Fahrbahnrand bei DTV⁹ 3'000 – 20'000 Fz/d (Strasse)
- 10 m ab Fahrbahnrand bei DTV 20'000 – 40'000 Fz/d (Strasse)
- 15 m ab Fahrbahnrand bei DTV > 40'000 Fz/d (Strasse)
- 5 m ab Schotterrand bei GBRT¹⁰ > 50'000 t/d (Bahn)

⁹ DTV = durchschnittlicher täglicher Verkehr in Fahrzeugen pro Tag (Fz/d).

¹⁰ GBRT = Güter-Brutto-Register-Tonnen pro Tag.



Während des bestimmungsgemässen Betriebs gehört der «Opferstreifen» rechtlich zur Anlage; die Beurteilungswerte der VBBo sind ausgesetzt¹¹. Sofern bei baulichen Eingriffen Bodenaushub anfällt, wird der Boden jedoch zu Abfall, der einen gesetzeskonformen Umgang erfordert.

Abhängig von der Belastungsklasse des Baugrundstücks werden bei Baugesuchen folgende Auflagen formuliert:

Tabelle 4: Auflagen bei Bauvorhaben an Verkehrswegen

Strassen

Bez.	Belastungsklasse	Inhalt Auflage
ST0	Ausserhalb Perimeter	Nicht Bestandteil der Hinweiskarte Bodenbelastungen HKB, keine Auflage
ST1	Innerhalb Perimeter DTV 3'000 – 20'000 Fz/d	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boden in Streifen von 5 m ab Fahrbahnrand gilt als zumindest schwach belastet ▪ Bodenuntersuchung erforderlich* ▪ Verwertung entsprechend Tabelle 2, Seite 14 <p style="color: red;">Ohne Analysen wie schwach belasteten Bodenaushub behandeln (vgl. Tabelle 2, Seite 14).</p>
ST2	Innerhalb Perimeter DTV > 20'000 Fz/d	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boden in Streifen von 10 m ab Fahrbahnrand gilt als zumindest schwach belastet, kann aber auch höher belastet sein ▪ Bei DTV > 40'000 Fz/d gilt eine Streifenbreite von 15 m ▪ Bodenuntersuchung erforderlich* ▪ Verwertung entsprechend Tabelle 2, Seite 14 <p style="color: red;">Ohne Analysen ist Entsorgung in Reaktordeponie zwingend.</p>

Eisenbahn

EB0	Ausserhalb Perimeter	Nicht Bestandteil der Hinweiskarte Bodenbelastungen HKB, keine Auflage
EB1	Innerhalb Perimeter	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Boden in Streifen von 5 m ab Schotterrand kann schwach belastet sein (Richtwert VBBo überschritten) ▪ Bodenuntersuchung erforderlich* ▪ Verwertung entsprechend Tabelle 2, Seite 14 <p style="color: red;">Ohne Analysen wie schwach belasteten Bodenaushub behandeln (vgl. Tabelle 2, Seite 14).</p>

* Anmerkung: Untersuchungen sind erforderlich, wenn die Mindestgrösse (250 m²) resp. Mindestkubatur (50 m³) überschritten sind.

¹¹ Vgl. Erläuterungen zur Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (BUWAL 2001).



2.3.2.3 Bodenverschiebungen bei Schrebergärten und Gärtnereien

Bei Schrebergärten handelt es sich um Einzelgärten zum Anbau von Nahrungs- und Zierpflanzen oder für Erholungszwecke, die wenige Are gross und gruppenweise in Gartenarealen angeordnet sind¹². Nicht zu verwechseln sind sie mit den im Umschwung von Wohnhäusern liegenden Hausgärten.

Die Böden von Schrebergärten können stark belastet sein. Die Belastungsursachen sind vielfältig: Ausbringen belasteter Asche, Einsatz von Abfalldüngern wie Kehrriechtkompost, Verwertung industrieller Abfallprodukte, um nur einige zu nennen. Als Leitschadstoffe gelten Blei und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, es können jedoch sehr viele verschiedene Schadstoffe auftreten. Untersuchungen anderer Kantone zeigen, dass die Schadstoffgehalte oft über dem Prüfwert der VBBo liegen und auch den Sanierungswert überschreiten können¹³.

Böden von Gärtnereien können aufgrund des Einsatzes von Hilfsmitteln erhöhte Gehalte an Schwermetallen und persistenten organischen Schadstoffen aufweisen. Das zu erwartende Schadstoffspektrum ist abhängig vom Tätigkeitsfeld des Betriebs sowie der Dauer der Produktion.

Schrebergärten und Gärtnereien sind in der Hinweiskarte Bodenbelastungen noch nicht abschliessend erfasst.

Aufgrund der komplexen, nur in wenigen Fällen bekannten Nutzungs- und Belastungsgeschichte sind die Böden von Schrebergärten und Gärtnereien bei Überbauungen immer zu untersuchen. Bei den Untersuchungen ist besonderes Augenmerk auf eine repräsentative Probenahme, sinnvolle Parameterwahl und ausreichende Probenzahl zu verwenden (Absprache mit dem AfU). Bei einer Unterschreitung der Mindestgrösse/Mindestkubatur bzw. ohne Analysen ist der Boden wie stark belasteter Bodenaus-hub zu behandeln und direkt in einer Reaktordeponie zu entsorgen¹⁴.

2.3.2.4 Geogene Hintergrundbelastung

Aufgrund der Zusammensetzung des Gesteinsuntergrundes sind in manchen geologischen Formationen erhöhte Schwermetallgehalte vorhanden. Diese können auch in den sich darauf entwickelnden Böden vorhanden sein, wobei im Zuge der Bodenbildung je nach Bedingungen eine An- wie auch eine Abreicherung stattfinden kann.

¹² Schrebergärten werden in manchen Regionen auch als Klein- oder Familiengärten bezeichnet.

¹³ Aufgrund der möglicherweise über dem Prüfwert liegenden Belastungen ist der Kanton verpflichtet, die Gefährdung zu beurteilen und ggf. Massnahmen zu ergreifen. Weitere Angaben siehe Kapitel 2.3.3.

¹⁴ Böden von Schrebergärten weisen häufig einen TOC-Gehalt auf, der den Inertstoffgrenzwert von 20'000 mg/kg überschreitet, so dass als Entsorgungsmöglichkeit nur noch die Reaktordeponie bleibt.



Für den Kanton Thurgau wurde die Hintergrundbelastung anhand der vom Bund vorgegebenen Methode von Desaulles und Dahinden (BUWAL 1996) prognostiziert. Die Ergebnisse zeigten jedoch kaum Übereinstimmungen mit konkret vorliegenden Messwerten, sondern lagen generell höher als diese.

Im Jahr 2007 veröffentlichte die Nationale Bodenbeobachtung NABO zwei Berichte¹⁵ über grossräumige Schwermetallgehalte in den Böden des Kantons Thurgau. Diese Arbeiten basieren auf dem Datenbestand des AfU, stützen sich also auf reale Messwerte ab. Nach der NABO-Auswertung sind lediglich im Molassegebiet des Südthurgau geogene Richtwertüberschreitungen möglich – und zwar nur für Chrom. Die ermittelten Flächen liegen praktisch alle ausserhalb der Bauzone und werden daher bezüglich Bodenverschiebungen keine relevante Rolle spielen.

2.3.2.5 Bodenverschiebungen bei anderen Belastungshinweisen

Wie in Kapitel 2.2 ausgeführt, ist der Aufbau der HKB noch nicht abgeschlossen. Liegen bei einem konkreten Bauvorhaben, bei dem Boden verschoben werden soll, Hinweise auf anderweitige, noch nicht in der HKB erfasste Bodenbelastungen vor, wird mit diesen Hinweisen analog zu den in diesem Konzept dargelegten Grundsätzen und in Übereinstimmung mit der Wegleitung Bodenaushub verfahren.

2.3.3 Gefahrenabwehr bei Bodenbelastungen

Wenn Böden stark mit Schadstoffen verschmutzt sind, können sie eine Gefahr für Menschen und Umwelt darstellen. In besonderem Mass gilt dies immer dann, wenn Kinder auf ihnen spielen oder Tiere auf ihnen weiden, oder auch wenn auf ihnen erzeugte Nahrungs- und Futtermittel konsumiert werden. Deshalb sind die Kantone in solchen Fällen verpflichtet abzuklären, ob eine vermutete Gefährdung tatsächlich vorliegt (Art. 9 VBBo)¹⁶. Wenn ja, ist die jeweilige Bodennutzung entsprechend einzuschränken oder gar zu verbieten (Art. 9 und 10 VBBo). Wie in Kapitel 2.1 (Seite 12) anhand des Bodenschutzkonzepts der Schweiz gezeigt wurde, ist eine Gefährdungsabschätzung nur bei Prüfwertüberschreitungen erforderlich. Bei einer Überschreitung des Sanierungswertes der VBBo ist eine Gefährdung in jedem Fall gegeben¹⁷.

Mit dem Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden und den zugehörigen Expertensystemen hat der Bund 2005 den Kantonen die erforderlichen Vollzugsgrundlagen zur Verfügung gestellt, um im konkreten Fall eine Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen.

¹⁵ Rehbein, K. & Keller, A., 2007: «Grossräumige Schwermetallgehalte in den Böden des Kantons Thurgau». Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, und Rehbein, K. & Keller, A., 2007: «Räumliche Interpolation von Zinkgehalten in den Böden des Kantons Thurgau».

¹⁶ Vgl. Karlaganis, G. In: «Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden», Reihe Vollzug Umwelt, Seite 7 BUWAL 2005.

¹⁷ Dies hat nicht zur Folge, dass es in einem konkreten Fall umgehend zu akuten Vergiftungen kommt. Allerdings ist die Gesundheit der exponierten Person oder des Tieres konkret, das heisst in nicht akzeptablem Masse gefährdet.



Darauf aufbauend hat die Arbeitsgruppe Interventionswerte und Risikobeurteilung (AGIR¹⁸) 11 Faktenblätter erarbeitet¹⁹. Diese definieren das gemeinsame Verständnis der Problemstellung der kantonalen Bodenschutzfachstellen und dienen der Vereinheitlichung und Vereinfachung des Vollzugs.

Im Kanton Thurgau wurden bislang keine systematischen Gefährdungsbetrachtungen durchgeführt. In konkreten, teilweise von aussen an das AfU herangetragenen Einzelfällen, wurden die Gefährdungssituation anhand der erwähnten Vollzugsgrundlagen beurteilt und konkrete Massnahmen empfohlen oder angeordnet.

Für den Vollzug gelten folgende Grundsätze:

- Flächen mit Gefährdungspotenzial werden systematisch ermittelt, in der Hinweiskarte Bodenbelastungen erfasst und anhand der Bundesvorgaben beurteilt.
- Das AfU berät Betroffene, ggf. unter Beizug weiterer Behörden
- Für Nutzungsvorgaben ist das «Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden» des Bundesamts für Umwelt massgebend.
- Der Vollzug folgt den Faktenblättern Gefahrenabwehr der AGIR (Stand Juli 2009).

2.4 Künftige Handlungsschwerpunkte

Zur Sicherstellung eines korrekten Bodenschutz-Vollzugs bei schadstoffbelasteten Böden ist die Fertigstellung der Hinweiskarte Bodenbelastungen und deren Verfügbarkeit im den Gemeindebehörden zugänglichen Intranet eine der dringlichsten Aufgaben.

Folgende Belastungsursachen müssen in der HKB noch erfasst oder ergänzt werden:

- Schrebergärten (vervollständigen)
- Umgebungsbereiche von Schiessanlagen (flächenmässig darstellen)
- Korrosionsschutzobjekte (erfassen)
- Öffentliche Freibäder mit PCB-Anstrichen (vervollständigen)
- Hopfenanbaugebiete (erfassen)
- Gebiete, in denen Abfalldünger ausgebracht wurde (erfassen)
- Flugfelder (erfassen)
- Altbaugebiete (ausscheiden)
- Industriegebiete (auswerten und vervollständigen)

¹⁸ In der AGIR sind die Fachstellen der Kantone AG, BE, BL, LU, SG, SH, SO, TG, VD, ZG und ZH vertreten.

¹⁹ Vernehmlassung bei Bodenschutzfachstellen der Kantone und des Bundes 2009. Verfügbar im Extranet der Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz (KVU) unter www.extranet.afu.ch → Dokumente → AGIR.



Wichtig ist darüber hinaus, dass betroffene Baumeister, Kiesgrubenbetreiber und Entsorgungsunternehmen rechtzeitig alle notwendigen Informationen erhalten, um einen korrekten Umgang mit belasteten Böden gewährleisten zu können. Mittelfristig ist daher zu prüfen, ob die HKB, wie von diesen gewünscht, öffentlich aufgeschaltet werden kann.

Zur Abwendung von Gefährdungen durch Bodenbelastungen ist eine zielführende Erfassung und Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Dies gilt vor allem im Bereich der Schrebergärten, da hier die Anzahl exponierter Menschen und die Wahrscheinlichkeit von deutlichen Prüfwertüberschreitungen am grössten ist.



3 Physikalischer Bodenschutz

3.1 Aufgaben

Boden besteht aus festen Bestandteilen, Wasser, Luft und den in ihm vorhandenen Lebewesen. Gesunder Boden ist ein System mit grosser Selbsterhaltungskraft. Schwere Maschinen, bauliche Eingriffe und ungenügender Bewuchs können diese Erneuerungsfähigkeit sowohl bildlich gesprochen, als auch real unter grossen Druck setzen. Das USG spricht hier von physikalischen Bodenbelastungen. Wird der Boden übermässig belastet, werden die Hohlräume in seinem Innern zusammengedrückt, Wasser kann nicht mehr durchsickern und fliesst oberflächlich ab oder wird gestaut, Pflanzen können nicht mehr wachsen und Wasser wird nicht mehr gefiltert.

Als physikalische Belastungen des Bodens im Rechtssinn gelten Belastungen durch künstliche Veränderungen der Struktur, des Aufbaus oder der Mächtigkeit des Bodens (Art. 2 Abs. 4 VBBo). Sie treten als Verdichtung (Veränderung der Struktur), Schichtenvermischung (Veränderung des Aufbaus) und Erosion (Veränderung der Mächtigkeit) auf²⁰.

Der physikalische Bodenschutz soll folglich den Boden vor solchen nachhaltigen Schädigungen schützen (vgl. Teil 1, Kapitel 2.1) und dabei insbesondere sicherstellen, dass:

- Böden eine typische artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft aufweisen;
- eine typische Bodenstruktur vorhanden ist;
- Böden über eine ungestörte Abbaufähigkeit verfügen;
- ungestörtes Pflanzenwachstum möglich ist;
- auch mit ausgehobenem Boden sorgsam umgegangen wird.

Bezüglich Erosion enthält die VBBo Richtwerte für Ackerböden. Für die anderen physikalischen Bodenbelastungen liegen Vollzugshilfen des Bundes und der Kantone, Normen, Branchenlösungen und Publikationen von Fachverbänden vor. Wichtige Dokumente für den Vollzug im Thurgau sind:

- Bodenschutz beim Bauen (BUWAL 2001)
- VSS-Normen SN 640 581a, SN 640 582 und SN 640 583 (Erdbau, Boden)
- Rekultivierungsrichtlinie des Fachverbands der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB 2001)
- Merkblatt Golfplatzbau (15 Kantone + Fürstentum Liechtenstein)
- Merkblatt Veranstaltungen auf der Grünen Wiese (15 Kantone + Fürstentum Liechtenstein)

²⁰ Tschannen 1999: Kommentar zum Umweltschutzgesetz.



3.2 Instrumente

Der Vollzug des physikalischen Bodenschutzes im Thurgau basiert auf folgenden Instrumenten.

- Erheben und Beurteilen grundlegender Bodeneigenschaften
- Umsetzung der guten fachlichen Praxis
- Begleitung grosser baulicher Eingriffe durch speziell ausgebildete Fachpersonen

Das zentrale Vollzugshilfsmittel stellt in diesem Zusammenhang die Bodenübersichtskarte (BÜK) dar (Details siehe Anhang 1, Seite 43). Weitere Hilfsmittel sind die aus der BÜK abgeleitete Karte der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden sowie die vom Amt für Raumplanung verwaltete Karte der Fruchtfolgeflächen.

3.3 Generelle Grundsätze

Bauliche Eingriffe in den Boden und das Befahren von Böden mit schweren Maschinen und Geräten sind häufig unumgänglich. Wo sie nicht vermieden werden können, ist ihre Ausdehnung so gering wie möglich zu halten und muss ihre Ausführung nach dem aktuellen Stand des Wissens und der Technik erfolgen. Die FSKB-Rekultivierungsrichtlinie steht synonym für die gute fachliche Praxis im Bodenschutz. Die von ihr vermittelten Grundprinzipien setzen die vom Gesetzgeber gemachten Vorgaben in konkreter Weise um. Diese Grundprinzipien gelten auch ausserhalb der Kiesbranche: Arbeiten bei trockenem Boden, möglichst geringe Flächenpressung, Vermeidung unnötiger Überfahrten, Anlage fachgerechter Zwischenlager, fachgerechter Bodenaufbau – dies sind die Schlüsselbegriffe, die für erfolgreiche Rekultivierungen stehen und auch von anderen Standardwerken, wie etwa den VSS-Normen 640 581a - 640 583 oder der Gartenbaunorm 568 318 aufgegriffen werden. Die FSKB-Rekultivierungsrichtlinie kann in diesem Sinne auch bei Kulturerdearbeiten ausserhalb der Kiesbranche als Leitlinie herangezogen werden. Dies ist auch notwendig, damit für die verschiedenen Akteure und Branchen gleiche Wettbewerbsbedingungen gelten. Das AfU verwendet die FSKB-Richtlinie seit 2001 für die Formulierung von Auflagen bei allen baulichen Eingriffen, v.a. die Kapitel über Zwischenlagerung, Arbeiten mit Boden und Folgebewirtschaftung.

Im Regelfall ist für bauliche Eingriffe in den Boden die FSKB-Rekultivierungsrichtlinie (FSKB 2001) massgebend. Die darin beschriebenen Grundprinzipien kommen in Sinn und Geist auch bei Bauvorhaben ausserhalb der Kiesbranche zur Anwendung.

Böden sind aufgrund ihrer Zusammensetzung unterschiedlich empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen und das Gefährdungspotenzial für die Bodenfruchtbarkeit ist folglich verschieden²¹. Böden die reich an Ton oder Schluff sind, sind empfindlicher als sandige oder sehr skeletthaltige.

²¹ Die Empfindlichkeit wird nach der Schweizer Norm 640 582 bestimmt (siehe auch Anhang 2).



In Zusammenhang mit baulichen Eingriffen ist festzustellen, dass Böden, die gegenüber mechanischen Belastungen als besonders empfindlich eingestuft werden, oft nicht ausreichend vor nachhaltigen Beschädigungen geschützt werden können. Dies hat auch Konsequenzen auf die Verwertung und die Rekultivierbarkeit der Materialien. Ein staunasser Unterboden kann zum Beispiel im Sommer durchaus austrocknen und in der Regel verwertbar sein, während er bei Arbeiten im Winter und frühen Frühjahr mit hoher Wahrscheinlichkeit zerstört wird. Auf die Verdichtungs-Empfindlichkeit ist daher bereits bei der Planung von Vorhaben Rücksicht zu nehmen.

Bauliche Eingriffe müssen bei Planung und Ausführung auf die Verdichtungsempfindlichkeit und die Rekultivierbarkeit der vorkommenden Böden Rücksicht nehmen.

Eine zentrale Grösse bei der fachgerechten Durchführung von Kulturerdearbeiten²² und beim Befahren gewachsener Böden ist die Bodenfeuchte. Nur das Arbeiten bei genügend abgetrocknetem Zustand ist bodenschonend, denn nasse Böden sind erheblich empfindlicher als trockene.

Die Bodenfeuchte ist messbar. In der Schweiz wird üblicherweise die sog. Saugspannung bestimmt (vgl. Anhang 2, Seite 46). Die Messungen können mit einfachen Methoden interpretiert werden. In der FSKB-Richtlinie wird beschrieben, wie man die Einsatzgrenzen der jeweiligen Maschinen herleitet.²³ Wichtig ist in diesem Zusammenhang der Ort, an dem die Bodenfeuchte beurteilt wird: Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist der Unterboden massgebend, da er länger feucht bleibt und kaum regeneriert werden kann.

Die Einhaltung der Bodenfeuchte-Vorgaben ist planerisch und organisatorisch anspruchsvoll. Vor allem zwischen November und März werden die erforderlichen Saugspannungen nur selten erreicht. Das Konfliktpotenzial zwischen Bodenschutzanforderungen und Termindruck kann entschärft werden, indem von vornherein Arbeiten für die beste Jahreszeit geplant, Stillstandszeiten eingerechnet und Bodenschutzmassnahmen ordentlich entschädigt werden. Dies erfordert einen rechtzeitigen Einbezug der Baumeister. Schutzmassnahmen wie temporäre Baupisten und Baggermatten sind vergleichsweise teuer, gewährleisten jedoch mehr Flexibilität bei der Ausführung. Generell sollten entsprechende Arbeiten, wenn immer möglich, in das Sommerhalbjahr verschoben werden.

Massgebend für die Zulässigkeit baulicher Eingriffe ist die Bodenfeuchte (Bestimmung wie in der FSKB-Richtlinie beschrieben).

²² Unter Kulturerdearbeiten versteht man Tätigkeiten, bei denen direkt in den kultivierbaren Boden eingegriffen wird, sei es durch landwirtschaftliche Bearbeitung, Bauvorhaben oder temporären Massnahmen, beispielsweise bei Veranstaltungen.

²³ Um eine Übersicht über die Bodenfeuchte-Verhältnisse zu gewinnen und Interessierten zur Verfügung zu stellen, haben die Bodenschutzfachstellen der Ostschweizer Kantone ein Messnetz eingerichtet (siehe www.bodenfeuchte-ostschweiz.ch). Der Kanton Thurgau wird an diesem Messnetz voraussichtlich ab 2013 teilnehmen.



Unterboden ist im Normalfall weniger stabil als Oberboden. Auch liegt er für meliorative Eingriffe oft zu tief und kann sich bei einer Schädigung kaum erholen. Dennoch wird, sofern überhaupt eine Baupiste erstellt wird, der Oberboden meist vorher entfernt – oft auf ausdrücklichen Wunsch der Bewirtschafter. Damit wird aber der empfindlichere Teil des Bodens höheren Belastungen ausgesetzt als wenn der Oberboden mit einer schützenden Grasnarbe²⁴ und einem dichten Wurzelfilz belassen worden wäre. Die Gefahr einer nachhaltigen Schädigung steigt.

In vielen Fällen ist es daher für den Boden besser, auf das Abhumusieren zu verzichten und stattdessen den Oberboden direkt zu befahren (Einsatzgrenze beachten!) oder z.B. eine temporäre Baupiste oder einen Installationsplatz direkt auf die Grasnarbe zu schütten. Wird dabei zusätzlich noch ein breites Vlies verwendet, das seitlich übersteht, kann das Kies später wieder gut vom Humus getrennt werden. Beim Einsatz von Recycling-Baustoffen für eine Pistenschüttung ist in jedem Fall ein Trennvlies oder eine geeignete Alternative erforderlich.

Der Unterboden ist wo immer möglich zu schonen und als Boden zu wiederzuverwenden.

Neben der Verdichtung ist die Zerstörung des natürlichen Bodenaufbaus eine häufig zu beobachtende Tatsache. Vielfach wird der Oberboden abgeschoben und seitlich deponiert, danach unbelebter Aushub eingebaut und abschliessend wieder humusiert. Dies hat zur Folge, dass der belebte Unterboden begraben wird und seine Funktion verliert. Der eingebaute Aushub kann diese Funktionen auf Jahrzehnte hinaus nicht übernehmen, weshalb ein nachhaltiger Bodenschaden vorliegt und unter Umständen sogar Fruchtfolgeflächen verloren gehen. Ziel von Auflagen im Zusammenhang mit Bauvorhaben ist die Erhaltung des Unterbodens und des natürlichen Bodenaufbaus. Um solche Beeinträchtigungen zu vermeiden, muss im Regelfall der Unterboden ebenfalls ausgehoben und über dem Aushub wieder eingebaut werden (vgl. Anhang 2, Seite 47).

Wird Boden wieder aufgebaut, ist im Regelfall ein standorttypischer Zustand herzustellen. Die Überschüttung des gewachsenen Unterbodens mit unbelebtem Aushub ist nicht statthaft.

Bei grossen Bauvorhaben wird im Thurgau der Beizug einer speziell ausgebildeten **bodenkundlichen Baubegleitung (BBB)** verlangt. Bei normal und weniger empfindlichen Böden bzw. normalen Verhältnissen beträgt die Schwelle für den Beizug 1 ha, bei schwierigeren Verhältnissen 0.5 ha. Zur Eingriffsfläche zählen dabei auch temporäre Flächen, wie sie beispielsweise beim Strassenbau häufig vorkommen, nicht jedoch bereits befestigte Flächen. Der Kanton als Bauherr nimmt eine Vorbildfunktion wahr.

Ab einer Eingriffsgrösse von mehr als 1 ha wird eine anerkannte bodenkundliche Baubegleitung (BBB) beigezogen. Bei besonders schwierigen Verhältnissen kann eine BBB auch bei kleineren Vorhaben angeordnet werden.

²⁴ Bei Ackerflächen ist eine vorgängige Begrünung als Flächenvorbereitung erforderlich.



3.4 Konkrete Vollzugsthemen

Physikalischer Bodenschutz spielt überall dort eine Rolle, wo der Boden mechanischen Belastungen ausgesetzt ist, sei es durch direkte bauliche Eingriffe, durch Überfahren, landwirtschaftliche Nutzung oder den Neuaufbau eines Bodens bei Rekultivierungen. Die wichtigsten Vollzugsthemen lassen sich nach Form und Wirkung in folgende Bereiche gliedern:

- Bauliche Eingriffe
- Materialaufbringung (z.B. Auflandungsmaterial)
- Landwirtschaftliche Bewirtschaftung
- Freizeitnutzung (z.B. Veranstaltungen)

Auf diese Bereiche und ihre spezifischen Anforderungen wird im Folgenden eingegangen.

3.4.1 Bauliche Eingriffe in den Boden

Bei baulichen Eingriffen in den Boden wird dieser mit Hilfe von Geräten und Maschinen ausgehoben, umgelagert, vermischt, deponiert oder auch wieder eingebaut. Meist wird der Boden dabei mit Baumaschinen und Fahrzeugen befahren. Die wesentlichsten Risiken für den Boden sind:

- Zerstörung des Bodengefüges
- Veränderung des Bodenaufbaus
- Vermischung von Unter- und Oberboden
- Verminderung des Wurzelraums
- Verminderung der Sickerfähigkeit

Das USG verbietet die bauliche Nutzung des Bodens – d.h. die eigentliche Überbauung – ausdrücklich nicht, bezweckt jedoch, dass der Boden dabei schonend behandelt wird und mit ausgehobenem Boden so umgegangen wird, dass er wieder als Boden verwendet werden kann (Art. 7 VBBö). Bauliche Eingriffe, die nach dem Stand der Technik ausgeführt werden, sollten die Einhaltung dieser Vorgabe gewährleisten. Der Stand der Technik wird in den in Kapitel 3.1 aufgeführten Dokumenten beschrieben. Die folgenden Ausführungen umreissen deren Vollzug im Kanton Thurgau.

Die nachfolgenden Unterkapitel 3.4.1.1 bis 3.4.1.5 zeigen darüber hinaus auf, welche zusätzlichen oder präzisierenden Anforderungen an bestimmte Bauvorhaben wie z.B. Rekultivierungen gestellt werden.



3.4.1.1 Rohstoffabbau und Rekultivierungen

Der Thurgau verfügt über umfangreiche Vorkommen von Kies, Sand und Tonen. Der Abbau dieser Rohstoffe konzentriert sich auf sechs im kantonalen Richtplan (KRP) ausgeschiedene Vorranggebiete für Kies und Sand sowie zwei Lehmabbaustandorte. Daneben kommen kleinere Gruben vor.

Die meisten grösseren Abbaubetriebe sind im Verband FSKB organisiert und unterliegen dessen Inspektion. Für diese Betriebe ist die FSKB-Rekultivierungsrichtlinie seit jeher verbindlich. Für alle anderen Betriebe wird die Richtlinie im Zusammenhang mit der jeweiligen Abbaubewilligung verbindlich erklärt. Damit gelten dieselben Bestimmungen wie in Kapitel 3.4.1 (Seite 27) bereits erläutert.

In Zusammenhang mit dem Rohstoffabbau ist dem Rekultivierungsziel besondere Bedeutung zuzumessen. Bei jüngeren Abbauvorhaben ist dieses aus der bodenkundlichen Erhebung des Ausgangszustandes²⁵ bekannt – es gilt der Grundsatz, dass sich das Rekultivierungsziel nach dem Ausgangszustand zu richten hat und keine Verschlechterung eintreten darf. Bei älteren Vorhaben ohne vorhergehende Bestandsaufnahme orientiert es sich an den Angaben der Bodenübersichtskarte sowie den Böden der angrenzenden Parzellen und wird vom AfU individuell festgelegt. Im Minimum ist eine pflanzennutzbare Gründigkeit²⁶ von 50 cm einzuhalten, so dass die Flächen wieder als Fruchtfolgeflächen ausgeschieden werden können²⁷.

Wird Boden wieder aufgebaut, ist ein standorttypischer Zustand herzustellen. Dies bedingt eine mit dem Zustand vor dem Eingriff vergleichbare pflanzennutzbare Gründigkeit und Nutzungseignung.²⁸

Das Erreichen des Rekultivierungsziels kann einen Abbaubetrieb vor ein Problem stellen: Im Thurgau steht bislang kaum Unterboden-Material für Rekultivierungen zur Verfügung. Dieser Mangel lässt sich dadurch erklären, dass bei den meisten Bauvorhaben in der Bauzone lediglich Oberboden und der Rest des Aushubs separiert werden. Auf diese Weise gelangt der Unterboden als normales Auffüllmaterial zur Ablagerung in die Kiesgruben und steht nicht für Rekultivierungen zur Verfügung. Der Markt für Unterboden muss folglich erst entwickelt werden. Hierzu ist die Berücksichtigung bereits bei der Devision erforderlich.

²⁵ Die bodenkundliche Bestandsaufnahme umfasst eine Bodenkartierung nach den methodischen Vorgaben des FSKB, welche mit der bodenkundlichen Kartieranleitung der Forschungsanstalt Reckenholz identisch ist. Das AfU empfiehlt, diese Kartierung stets für ein gesamtes Abbauvorhaben und nicht nur etappenweise vorzunehmen.

²⁶ Unter pflanzennutzbare Gründigkeit PNG versteht man die Mächtigkeit des durchwurzelbaren Teils des Bodens. Sie wird ermittelt, indem von der Durchwurzelungstiefe Skelett und verdichtete oder ständig wassergesättigte Zonen abgerechnet werden (Schriftenreihe der FAL Nr. 24, 1997).

²⁷ Konkret sind die Vorgaben der Vollzugshilfe Fruchtfolgeflächen des Bundesamts für Raumentwicklung von 2006 einzuhalten. Darin werden über die Gründigkeit hinaus noch weitere Kriterien definiert.

²⁸ Ausgenommen sind Flächen, die im Zuge der Genehmigung konkreten Naturschutzzwecken gewidmet wurden.



Die Wiederbelebung eines rekultivierten Bodens braucht sehr viel Zeit. Nach der Rekultivierung erfolgt daher eine bis zu neun Jahre andauernde Folgebewirtschaftungsphase, bei welcher der Boden nur reduziert genutzt werden kann. In den ersten drei bis vier Jahren ist dabei eine Grünlandnutzung zwingend, danach kann auf reduzierte ackerbauliche Nutzung umgestellt werden.

Die ordentliche Folgebewirtschaftung hat damit zwangsläufig reduzierte Erträge zur Folge. Entschädigungszahlungen und Verantwortlichkeiten sollten daher frühzeitig zwischen Bewirtschafter und Unternehmer geregelt werden.

3.4.1.2 Deponien

Im Kanton Thurgau wurden in den letzten Jahren etliche TVA-konforme Inertstoffdeponien neu errichtet. Weitere Vorhaben sind in Planung. Solche Deponien greifen grossflächig in die Landschaft und in den Boden ein. Aus der Sicht des Bodenschutzes sind sie daher weitgehend wie Rohstoffabbauten (siehe Kapitel 3.4.1.1, Seite 28) zu beurteilen. Das heisst, dass auch hier eine bodenkundliche Bestandsaufnahme und in der Regel eine bodenkundliche Baubegleitung erforderlich sind.

Ergänzend hierzu gilt, dass zur Vermeidung eines Schadstofftransfers aus dem Deponiekörper in die darüber liegende Rekultivierung eine 1 m mächtige Profilierungsschicht aus unverschmutztem Aushubmaterial einzubauen ist.

3.4.1.3 Landwirtschaftliche Terrainveränderungen

Unter dem Begriff Terrainveränderungen wird sowohl der Auf- als auch Abtrag von Boden- und Aushubmaterial verstanden. Gemäss § 98 Ziff. 6 PBG* in Verbindung mit Art. 22 RPG bedürfen eingreifende Terrainveränderungen einer Baubewilligung. Das Amt für Raumplanung (ARP) entscheidet bei allen Bauvorhaben ausserhalb der Bauzone, ob sie zonenkonform sind oder ob eine Ausnahmegewilligung erteilt werden kann (§ 53 Abs. 3 PBV).*

Das AfU ist eine der im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens anzuhörende Stelle. Die von der Bodenschutzfachstelle dabei zu prüfenden Kriterien sind in der Richtlinie 11 des Amtes für Raumplanung vom März 2005 festgehalten. Eine Zustimmung des AfU erfolgt in der Regel, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist (Beurteilungsraster siehe Anhang 3, Seite 48):

- Massgeblich anthropogen geprägter Bodenaufbau (z.B. schlecht rekultivierte Deponiestandorte oder Sanierungsfälle betreffend Bodenfruchtbarkeit).
- Boden mit ausgewiesenen Defiziten, welche sich nicht mit anderen Massnahmen wie z.B. Drainagen verbessern lassen (z. B. degradierte, entwässerte und gesackte organische Böden).
- Durch Naturereignisse beeinträchtigter Boden (z. B. Murgänge, Hochwasser, Hangrutsche), der saniert werden muss.

* Das Planungs- und Baugesetz und die dazugehörige Verordnung wurden 2012 revidiert. Die genannten Bestimmungen fanden sich zuvor in § 86 Ziff. 6 PBG resp. § 20 Abs. 3 PBV.



Bei natürlich gewachsenen, ungestörten Böden kann einem Bauvorhaben aus Bodenschutz-Sicht in der Regel nicht zugestimmt werden. Dies betrifft im Besonderen natürliche Senken und Mulden, natürliche nasse Böden, natürliche flachgründige Böden, natürliche Reliefs, natürliche skelettreiche Böden und Böden in wertvollen Biotopen.

Das Amt für Raumplanung führt bei Terrainveränderungen ausserhalb der Bauzone eine Interessenabwägung durch. Das AfU weist in seiner Stellungnahme zu Handen des ARP explizit darauf hin, wenn ein Eingriff zu dauerhaften und damit unzulässigen Bodenschäden führt («No Go»).

Für die Ausführung von bewilligten Terrainveränderungen gelten dieselben Massstäbe wie für alle anderen baulichen Eingriffe (vgl. Grundsätze in Kapitel 3.3, Seite 24), d.h. auch hier kommen massgeblich die Grundprinzipien der FSKB-Rekultivierungsrichtlinie zur Anwendung.

Daneben gilt wie für Rekultivierungen der Grundsatz, dass sich das Rekultivierungsziel nach dem Ausgangszustand zu richten habe. Bei Vorhaben ohne vorhergehende Bestandsaufnahme orientiert es sich an den Angaben der BÜK resp. den Böden der angrenzenden Parzellen und wird vom AfU individuell festgelegt. Auch die Folgebewirtschaftung muss nach den Vorgaben der FSKB-Richtlinie erfolgen, was über einen Zeitraum von bis zu neun Jahren eine reduzierte Bewirtschaftung zur Folge hat.

In der Praxis gestaltet sich die Kontrolle durch die Baupolizei oft schwierig. Insbesondere die Bauausführung in genügend abgetrocknetem Zustand, der Horizont-gerechte Bodenaufbau (vgl. Abbildung 7 Seite 47) und die Folgebewirtschaftung stellen Problemfelder dar. Das AfU macht zur Unterstützung der Baupolizei der Gemeinden seit 2010 Zwischen- und Schlussabnahmen zur Bedingung und führt stichprobenartige Erfolgskontrollen durch.

3.4.1.4 Wasserbau-Vorhaben

Mit 220 Weihern und Kleinseen, 1364 km Flüssen und Bächen und 536 km² Wasserfläche des Bodensees ist der Thurgau ein wasserreicher Kanton. Zu den zahlreichen Aufgaben des Wasserbaus gehört der Hochwasserschutz, namentlich der Gewässer-Unterhalt, allfällig notwendige Korrekturen, die Schaffung von Retentionsvolumen sowie Renaturierungen.

Wasserbauliche Massnahmen greifen häufig in den Boden ein. Grundsätzlich handelt es sich dabei um Baumassnahmen, die nach den gleichen Grundsätzen wie reguläre bauliche Eingriffe zu beurteilen sind. Es gibt jedoch einige Besonderheiten insbesondere in gewässernahen Bereichen, wo häufig wassergesättigte, nur selten abtrocknende Böden vorkommen können, welche im Einzelfall besondere Vorsichtsmassnahmen erfordern. Hierbei ist der Grundsatz zu beachten, dass Nassböden grundsätzlich nur als solche wieder verwendet werden dürfen und im Regelfall nicht für reguläre Rekultivierungen in Frage kommen.



Weitere Wasserbau-spezifischen Gesichtspunkte sind die typischen Bodenbildungs-Bedingungen der Flussaue, namentlich entlang der Thur. Die hier vorkommenden Böden sind meist jung und geprägt von periodischer Überschüttung mit Schwemmgut. Auch heute noch fallen pro Jahr einige tausend Tonnen Auflandungsmaterial an.

Auf den Umgang mit diesem Material wird in Kapitel 3.4.2 (Seite 31) eingegangen. An dieser Stelle ist festzuhalten, dass aufgrund der hohen Dynamik prinzipiell Materialumlagerungen innerhalb des Bereichs der Auenböden möglich sind, sofern die sonstigen Grundsätze der Richtlinie 11 des Amts für Raumplanung (siehe Kapitel 3.4.1.3, Seite 29) eingehalten und die notwendigen Bewilligungen vorhanden sind²⁹.

3.4.1.5 Andere Bauvorhaben

Neben den oben genannten Bauvorhaben gibt es noch zahlreiche andere Formen von Baustellen. Allen gemeinsam ist, dass die Grundprinzipien zum physikalischen Bodenschutz für alle gleichermassen gelten und der Vollzug gleichartig gestaltet wird.

Bei Vorhaben, die der Umweltverträglichkeitspflicht unterstehen, ist in der Regel eine detaillierte Beschreibung des Ausgangszustandes des Bodens sowie ein Materialbewirtschaftungskonzept erforderlich.

3.4.2 Materialaufbringung

Bei verschiedenen industriellen Prozessen und bei Unterhaltsarbeiten fallen grössere Mengen an Boden oder bodenähnlichem Substrat an. Typische Beispiele aus dem Kanton Thurgau sind:

- Auflandungsmaterial (vor allem entlang der Thur)
- Rübenwascherde aus der Zuckerherstellung
- Schlamm aus Weiher- und Hafengebaggerungen sowie Kiesfängern
- Abrandmaterial aus dem Strassenunterhalt (Bankettschälgut)

Im Rechtssinn handelt es sich bei den genannten Materialien um Abfälle. In der Vergangenheit war es üblich, solche Materialien unbesehen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zu entsorgen. Dies führte teilweise zu Schadstoffeinträgen und konnte aufgrund der schlammigen Konsistenz oberflächliche Verchlammungen und ein Verstopfen des Porensystems der Böden zur Folge haben.

²⁹ D.h., dass für eine positive Beurteilung durch die Bodenschutzfachstelle keine anthropogene Vorbelastung vorhanden sein muss.



Bei allen Gemeinsamkeiten der vier genannten Substrate bzgl. ihrer Eigenschaft als Abfall, unterscheiden sie sich bezüglich Herkunft und Anfall deutlich:

- Das Auflandungsmaterial der Thur wird bei hohen Wasserständen innerhalb des Vorlandes abgelagert. Es handelt sich um ein unstrukturiertes Sediment, welches teilweise vorverwitterten Boden beinhaltet; es kann mit Abfällen und Neophyten-Material (Wurzeln, Samen, Pflanzenstücken) durchsetzt sein. Der Ablagerungsvorgang und der Standort entsprechen demjenigen, den auch natürliche Böden in dieser Lage erfahren würden. Das Material kann trocken gewonnen werden.
- Rübenwascherde ist Bodenmaterial, das an Zuckerrüben anhaftet und vor der Zuckerherstellung durch Waschen entfernt wird. Das Material fällt im Herbst und Winter an, ist reich an organischem Material und Nährstoffen (v.a. Stickstoff), unstrukturiert, wassergesättigt und fließfähig. Da es Flockungsmittel enthält, setzt bald nach der Aufbringung eine Gefügebildung ein.
- Schlamm aus Weiher- und Hafengebaggerungen ist in der Regel sehr feinkörnig, völlig unstrukturiert und wassergesättigt. Die Sedimente spiegeln die Schadstoffbelastung des Einzugsgebietes resp. der Nutzung.
- Abrandmaterial fällt beim Unterhalt von Strassen an. Dabei wird mit einem Schälplflug oder einer ähnlichen Vorrichtung bodenähnliches Material abgeschält und das Bankett wieder freigelegt. Es handelt sich um einen Streifen von wenigen Zentimetern oder Dezimetern Breite inkl. Grüngut. Abrandmaterial kann bereits bei geringem Verkehrsaufkommen von 2'000 Fz/d belastet sein. Die Belastung nimmt mit dem Verkehrsaufkommen und mit der Belagszusammensetzung stark zu und kann sehr hoch sein.

Aus den beschriebenen Eigenschaften ergeben sich folgende Konsequenzen für die Ausbringung im Landwirtschaftsgebiet:

- Auflandungsmaterial kann dort, wo es standorttypisch ist und die Böden im natürlichen Zustand regelmässig überflutet würden, auf Böden aufgetragen werden. Der Vorgang bildet quasi die natürliche Dynamik der Bodenbildung nach. Das AfU wird daher analog zum Nachbaranton Zürich einen Thurauen-Perimeter ausscheiden, der dieses Gebiet umgrenzt, und in dem unbelastetes Material verwertet werden kann.
- Rübenwascherde kann sinnvoll auf Landwirtschaftsböden mit definierten Eigenschaften aufgebracht werden, birgt jedoch gewisse Risiken, v.a. auch was die Technik der Ausbringung selbst und die Einhaltung der erforderlichen Bodenfeuchtwerte betrifft. Eine Verbesserung liesse sich durch Entwässerung des Schlammes mittels Wasserabpressung analog zur Zuckerfabrik Aarberg erreichen. Das dort anfallende Material wird mittlerweile allerdings nicht mehr in der Landwirtschaft verwertet sondern in der Produktion von Pflanzsubstraten. Eine Vereinbarung zwischen den Zuckerfabriken Aarberg + Frauenfeld AG und dem AfU, welche die Aufbringung auf hiesige Böden regelt, befindet sich bis Ende 2012 in einer Testphase.



- Schlamm aus Weiher- und Hafengebaggerungen muss in jedem Fall auf seine Schadstoffgehalte hin überprüft werden. Bei kleinen Weihern ohne problematisches Einzugsgebiet kann auf Schadstoffuntersuchungen verzichtet werden. Sofern der Schlamm nicht entwässert werden kann, ist eine maximale Schichtdicke von 3 cm und anschliessendes Einarbeiten möglich. Das AfU wendet hierzu das Merkblatt des Kantons Basel-Landschaft an.
- Abbrandmaterial ist aufgrund seiner bodenähnlichen Eigenschaften grundsätzlich für eine Verwertung in der Landwirtschaft geeignet. Als problematisch ist jedoch die Schadstoffbelastung einzustufen. Flurstrassen ohne Schwarzbelag sind in der Regel unproblematisch. Abbrandmaterial von Strassen mit weniger als 5'000 Fz/d gilt als schwach belasteter Bodenaushub. Das Material darf in einem Streifen von 5 m Breite, gemessen ab Belagsrand, wieder angelegt werden. Eine Abgabe an Dritte oder Ablagerung auf unbelastete Flächen ist nicht zulässig. Abbrandmaterial von Strassen mit mehr als 5'000 Fz/d und weniger als 10'000 Fz/d gilt als stark belasteter Bodenaushub. Dieser kann in kleinen Mengen unter Zustimmung des Deponiebetreibers auf einer Inertstoffdeponie abgelagert werden. Abbrandmaterial von Strassen mit mehr als 10'000 Fz/d gilt als stark belasteter Bodenaushub. Dieses Material muss zwingend in einer Reaktordeponie entsorgt werden. Im Jahr 2013 findet eine Überprüfung der Vollzugs-Praxis statt³⁰.

3.4.3 Bodenschutz in Land- und Forstwirtschaft

Im Jahre 2002 hat das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) in Zusammenarbeit mit den Forschungsanstalten Reckenholz und Changins ein Bodenkonzept für die Landwirtschaft in der Schweiz vorgestellt. Dieses liefert die bodenkundlichen Grundlagen, um die Wirkungen der Agrarpolitik und der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf den Boden untersuchen und geeignete Massnahmen veranlassen zu können.

Über das genannte Bodenkonzept des BLW hinaus ist der Bodenschutz in der Landwirtschaftsgesetzgebung verankert. Beispielsweise sieht die Direktzahlungsverordnung (DZV, SR 910.13) konkrete Massnahmen zum Bodenschutz vor. Diese werden vom Landwirtschaftsamt vollzogen. Die Aktivitäten des AfU zum Bodenschutz in der Landwirtschaft konzentrieren sich auf die Information (vgl. Kapitel 4, Seite 36) und die Bereitstellung von Grundlagen wie etwa der Bodenübersichtskarte BÜK. Mittelfristig kann die Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftsamt und dem Verband intensiviert werden.

³⁰ Der Umgang mit Abbrandmaterial wurde auf der Grundlage eines gemeinsamen Projektes des Amtes für Umwelt und des kantonalen Tiefbauamts provisorisch bis 2013 geregelt. Bis dahin sollen weitere Proben mit einem Verkehrsaufkommen zwischen 2'000 Fz/d und 5'000 Fz/d beprobt und auf die Schadstoffe Blei, Kupfer, Zink, KW und PAK analysiert werden, um die Datengrundlage zu vergrössern.



Die Erhaltung produktiver Böden ist auch in der Waldgesetzgebung verankert, welche vom kantonalen Forstamt vollzogen wird. Nach Art. 18 Waldgesetz (WaG, SR 921.0) ist die Verwendung von umweltgefährdenden Stoffen im Wald untersagt, womit auch der Waldboden geschützt wird. Artikel 28 der Waldverordnung (WaV, SR 921.01) sieht darüber hinaus vor, dass die Kantone Massnahmen zur Verminderung physikalischer Belastungen des Bodens treffen müssen, um Waldschäden zu verhüten. Als Waldschäden gelten dabei Schäden, welche eine Erhaltung des Waldes gefährden können. Des Weiteren müssen die Kantone Planungs- und Bewirtschaftungsvorschriften erlassen und dabei den Erfordernissen des naturnahen Waldbaus Rechnung tragen (Art. 20 WaG).

Mit der forstlichen Standortkartierung und der Karte der Befahrbarkeit verfügt der Thurgau über ein grossmasstäbliches Planungsinstrument³¹, welches detaillierter Auskunft geben kann als die Bodenübersichtskarte BÜK. In den praktischen Aktivitäten wie auch in der Ausbildung des Forstpersonals ist der physikalische Bodenschutz seit Jahren verankert. Die Aktivitäten des AfU zum Bodenschutz in der Forstwirtschaft konzentrieren sich daher auf die Information.

3.4.4 Veranstaltungen «auf der grünen Wiese»

Freizeitveranstaltungen auf der grünen Wiese haben in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Neben kleinen Plauschveranstaltungen sind immer mehr mit grossem kommerziellen Aufwand betriebene Anlässe zu verzeichnen. Die Einwirkungen auf den Boden sind dabei stark von der Veranstaltungsform und dem gewählten Standort abhängig. Typische bodenrelevante Situationen sind:

- Temporäre bauliche Eingriffe
- Befahren mit schweren Fahrzeugen und Baumaschinen
- Parkieren
- Abfallansammlungen
- Schadstoffbelastungen
- Grosser Besucherandrang

Die generellen Grundsätze gemäss Kapitel 3.3, (Seite 24) gelten auch hier. Für die spezifischen Anforderungen von Veranstaltungen kommt das von 15 Kantonen und dem Fürstentum Liechtenstein verfasste Merkblatt Veranstaltungen auf der Grünen Wiese (2005) zur Anwendung. Das AfU setzt in diesem Zusammenhang auf Dialog und berät die Veranstalter.

³¹ Die Forstliche Standortkartierung liegt flächendeckend im Massstab 1: 5'000 vor.



Auch kleine Veranstaltungen haben in der Regel mindestens drei Phasen, nämlich Aufbau, Anlass und Abbau. Alle drei Aktivitäten sind stark von der Bodenfeuchte und der Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens abhängig und müssen optimal geplant werden. Ein Schlechtwetterkonzept ist häufig obligatorisch.

Bei Motorsportveranstaltungen, die direkt in den Boden eingreifen, z.B. Motocross, formuliert das AfU im Rahmen des Bewilligungsverfahrens des Justizdepartements konkrete Auflagen zum Bodenschutz und definiert Abbruchkriterien für die Veranstaltungen.

3.5 Handlungsschwerpunkte

Obwohl die Vollzugsgrundlagen für den physikalischen Bodenschutz schon seit mehr als 10 Jahren vorhanden sind, bestehen Defizite bei der konkreten Umsetzung der guten fachlichen Praxis. Oberstes Ziel ist daher die Etablierung der generellen Grundsätze, wie sie in Kapitel 3.3 dargelegt wurden. Dies erfolgt im Kleinen mittels Auflagen bei konkreten Vorhaben, und im Grossen durch die enge Zusammenarbeit mit den Verbänden, Partnerämtern und dem Bildungszentrum Arenenberg. Langfristig ist die Unterstützung von Programmen zur bodenschonenden Produktion (z.B. reduzierte Bodenbearbeitung), wie sie in anderen Kantonen erfolgreich aufgelegt wurden, anzustreben.

Als Bestandteile dieses Handlungsschwerpunktes sind vermehrt Qualitätskontrollen erforderlich, welche auch der Kontrolle der Auflageneinhaltung dienen und damit die Gemeinden bei der Ausübung ihrer baupolizeilichen Aufgaben unterstützen sollen.

Konkrete Massnahmen der nächsten Jahre werden die Kartierung des Thurauenperimeters für Auflandungsmaterial sowie der definitive Abschluss des Vertrags mit der Zuckerfabrik über die Ausbringungsmodalitäten für Rübenwascherde sein.

Auch die Überprüfung der Entsorgungspraxis bei Abrandmaterial soll auf der Grundlage zusätzlicher Analysedaten überprüft und ggf. angepasst werden.



4 Information

4.1 Aufgaben

Der gesetzliche Auftrag zur Information über den Bodenzustand ist in Art. 4 der VBBo formuliert. Demnach sind die Kantone verpflichtet, Bodenbelastungen nicht nur zu überwachen, sondern die Ergebnisse dieser Überwachung dem Bund zu übermitteln und sie zu veröffentlichen. Selbstredend beinhaltet dies auch die Kommunikation mit den direkt Betroffenen, vor allem im Zusammenhang mit möglichen Gefährdungen.

Für einen wirksamen Bodenschutz sind jedoch weitere Massnahmen erforderlich. Boden wird in der Öffentlichkeit als eine Selbstverständlichkeit wahrgenommen, die immer und in ausreichendem Masse vorhanden ist. Dabei wird meist vergessen, dass die Entwicklung des Bodens Jahrtausende benötigt und unsere Böden folglich eine begrenzte, nicht ersetzbare Ressource darstellen. Es besteht daher das Erfordernis, den Boden, seinen Wert und seinen Nutzen anderen Stellen der kantonalen Verwaltung und der Öffentlichkeit präsent zu machen. Darüber hinaus müssen die Gemeinden bei konkreten Anwendungsfällen unterstützt werden.

4.2 Instrumente

Die Kommunikation von Bodenschutzanliegen erfolgt über die üblichen Informationskanäle, über den direkten Austausch mit den Verbänden sowie die persönliche Präsenz des AfU bei konkreten Vorhaben.

4.3 Konkrete Vollzugsthemen

4.3.1 Bodenfeuchte-Messnetz

Die Saugspannung als Mass für die Feuchte und die Tragfähigkeit des Bodens hat bei Erdarbeiten eine zentrale Bedeutung. Die Zulässigkeit bestimmter Maschineneinsätze im Sinne eines bodenschonenden Arbeitens können direkt von der gemessenen Saugspannung abgeleitet werden. Um eine Übersicht über die Bodenfeuchte-Verhältnisse zu gewinnen und Interessierten zur Verfügung zu stellen, haben die Bodenschutzfachstellen der Ostschweizer Kantone ein Messnetz eingerichtet (siehe www.bodenfeuchte-ostschweiz.ch). Die Bodenschutzfachstellen verfolgen mit der Betreuung des Messnetzes folgende Ziele:

- Förderung des Verständnisses für das Abrocknungsverhalten von Böden.
- Förderung der schonenden Bearbeitung von Böden.
- Bereitstellen von Saugspannungsdaten als Dienstleistung für alle Interessierten.
- Bereitstellen eines Hilfsmittels zur realistischen Planung von Bodenrekultivierungen nach den kantonalen Vorgaben.



- Motivation aller Akteure (Bauwirtschaft, Rohstoffabbauer, Landwirte, Planer und Berater), die Saugspannung als «handliches» Kriterium selbstverständlich in die Planung und Durchführung von Erdarbeiten einzubeziehen.

Das Bodenfeuchte-Messnetz genügt nicht für konkrete Entscheidungen im Zusammenhang mit einem einzelnen Bauvorhaben, schafft aber einen Überblick und unterstützt damit die Interpretation von Messungen vor Ort. Der Kanton Thurgau wird an diesem Messnetz ab 2013 teilnehmen.

4.3.2 Weiterbildung

Arbeiten mit dem Boden erfordern Erfahrung. Diese ist in Bau- und Landwirtschaft reichlich vorhanden. Gleichwohl erfordern bauliche Eingriffe oft zusätzliches Spezialwissen. Ein frisch rekultivierter Boden verhält sich gänzlich anders als der Landwirt es gewohnt ist, selbst wenn er denselben Boden zuvor schon bewirtschaftet hatte.

Der Austausch von Erfahrungen und die konkrete Ausbildung können hier hilfreich sein. Das AfU sieht es daher als Aufgabe an, den Austausch solchen Wissens im Rahmen seiner Möglichkeiten zu initiieren und zu fördern. Hierbei wird eine Zusammenarbeit mit den Verbänden und den Gemeindebehörden angestrebt.

4.4 Künftige Handlungsschwerpunkte

In den nächsten fünf Jahren bestehen vier konkrete Ziele im Bereich Information.

Dies ist zum einen die regelmässige Durchführung einer Austauschveranstaltung zum Themenkomplex Bodenschutz mit wechselndem Zielpublikum. Adressaten sind Vertreter der Bauwirtschaft und der Rohstoffbranche, Gartenbauer, Bauleiter und Bauführer, Planer, Architekten, Landwirte, Veranstalter, Kreditverwalter und Immobilienmakler. Die Veranstaltung soll dem Wissensaustausch dienen und den Dialog zwischen allen Akteuren fördern.

Zum anderen besteht ein konkretes Angebot zur Zusammenarbeit mit dem Verband Thurgauer Landwirtschaft im Rahmen von dessen Weiterbildungsprogramm. Dieses Angebot soll wahrgenommen werden.

Zum Dritten steht der Aufbau und der Betrieb des Bodenfeuchte-Messnetzes im Vordergrund. Ziel ist dabei auch die Realisierung einer Messanlage am Bildungszentrum Arenenberg, die auch in der Ausbildung verwendet werden kann. Die Bodenfeuchtedaten sollen im Weiteren das etablierte Hydrometrie-messnetz des Kantons Thurgau ergänzen und die Hochwasserprognose verbessern.

Zudem sollen die wichtigsten Inhalte und Vorgaben des Vollzugskonzeptes in Form einer Kurzfassung auf konkrete Anwendungsfälle hin konkretisiert werden. Diese Kurzfassung soll den Gemeindebehörden zur Verfügung gestellt werden.



III Glossar

Erklärung von Fachbegriffen

Bauliche Eingriffe

Als bauliche Eingriffe in den Boden gelten alle Baumaßnahmen, die den Boden dauerhaft oder temporär beanspruchen, sei es durch Abtrag, Versiegelung, Zwischenlagerung oder auch nur durch das Befahren mit Fahrzeugen.

Boden

Die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können. Der Boden besteht aus dem humusreichen Oberboden (A-Horizont, in der Bausprache oft als Humus bezeichnet) und dem mineralischen Unterboden (B-Horizont, Mutterboden, Stockerde, 2. Stich). Nicht dazu gehört das Ausgangsgestein im Untergrund.

Bodenaushub

Ausgehobener Ober- und Unterboden. In der Regel umfasst der Bodenaushub etwa den obersten Meter einer ausgehobenen Baugrube. Es gelten die Vorgaben der gleichnamigen Wegleitung des Bundesamts für Umwelt (BUWAL 2001).

Bodenfeuchte

Nasser oder feuchter Boden ist empfindlicher gegenüber mechanischen Beanspruchungen als trockener. Deshalb sollte Boden beim Bauen immer gut abgetrocknet sein. Die Bodenfeuchte kann als so genannte Saugspannung mittels Tensiometern gemessen werden.

Bodenfruchtbarkeit

Unter Bodenfruchtbarkeit im Sinne des Umweltschutzgesetzes wird nicht die Ertragsfähigkeit des Bodens verstanden. Fruchtbarer Boden erfüllt vielmehr eine Vielzahl an Funktionen im Naturkreislauf und weist die in Kap. 2.1 (Teil 1, Seite 5) aufgelisteten Eigenschaften auf.

Bodenfunktionen

Boden erfüllt eine Vielzahl von Funktionen im Naturkreislauf (vgl. Bodenfruchtbarkeit).

Bodenkundliche Baubegleitung

Die Bodenkundliche Baubegleitung (kurz: BBB) ist ein Instrument zum Schutz des Bodens auf Baustellen. Die BBB entspricht einer Fach-Bauleitung für den Bereich Boden und wird von einer speziell ausgebildeten Fachperson mit entsprechenden beruflichen Qualifikationen wahrgenommen.

Bodenverbesserung

Als Bodenverbesserungen gelten Massnahmen und Werke, die zum Zweck haben, die rationelle Nutzung des Bodens zu sichern, seine Bewirtschaftung zu erleichtern, ihn vor Verwüstungen oder Zerstörungen durch Naturereignisse zu schützen und die Produktionsbedingungen zu verbessern. Die wichtigsten Bodenverbesserungen sind Güterzusammenlegungen (GZ), der Bau von Wegen, Entwässerungen und Bewässerungen.

Im umgangssprachlichen Sinne sind Bodenverbesserungen landwirtschaftlich begründete Terrainveränderungen mit neuem Bodenaufbau zur Behebung eines Bodendefizits. Für Terrainveränderungen ausserhalb der Bauzone sind genaue Abklärungen und in der Regel ein Baugesuch notwendig (vgl. Richtlinie 11 des Amts für Raumplanung).



Bodenverschiebung

Aushub und Verbringung von Boden an einen anderen Ort. Bodenverschiebungen unterliegen Restriktionen. Es gelten die Vorgaben der Wegleitung Bodenaushub des Bundesamts für Umwelt (BUWAL 2001).

Deponie

Deponien sind Abfallanlagen, in denen Abfälle nach den Vorgaben der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA, SR 814.600) endgültig und kontrolliert abgelagert werden.

Entsorgungsnachweis

Schriftlicher Nachweis über die gesetzeskonforme Entsorgung eines Abfalls (i.d.R. Beleg eines Entsorgungsbetriebes).

Erdarbeiten

Alle Arbeiten, bei denen Ober- resp. Unterboden sowie der Untergrund bearbeitet werden, d.h. Aushub, Anlegen und Abtragen von Depots, Rekultivierung. Bei solchen Arbeiten ist die „Deklaration für Erdarbeiten“ auszufüllen; sie gilt auch für den Untergrund.

Erosion

Abtrag von Boden durch Wasser oder Wind. Der Boden verliert dadurch wertvolle humushaltige Feinerde.

Folgebewirtschaftung

Rekultivierte Böden erfordern in den ersten Jahren eine schonende Bewirtschaftung, da sie sehr verdichtungsempfindlich sind. Die Folgebewirtschaftung hat den Wiederaufbau des Bodengefüges und die Wiedererlangung der Bodenfunktionen zum Ziel. Der Boden braucht hierfür mehrere Jahre Zeit.

FSKB

Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (früher FSK) mit Sitz in Bern (www.fskb.ch).

FSKB-Rekultivierungsrichtlinie

Eine seit 2001 bewährte Richtlinie des Branchenverbandes FSKB für den fachgerechten Umgang mit Boden. Die ausführliche Fachpublikation dokumentiert den Stand der Technik bei Kulturerdearbeiten. Für die Vermeidung von Bodenverdichtung und Bodenerosion sowie den Umgang mit ausgehobenem Boden im Thurgau ist die Richtlinie seit 2012 verbindlich.

Gefährdung

Belastete Böden enthalten Schadstoffe, die gesundheitsgefährdend sein können. Das Risiko einer Gefährdung steigt mit zunehmender Belastung. Das zu Grunde liegende Konzept wird in Abbildung 2 (Seite 12) dargestellt.



Gefüge

Das Bodengefüge (auch: Bodenstruktur) bezeichnet die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile. Es beeinflusst massgeblich den Boden- und Lufthaushalt, die Durchwurzelbarkeit, die Verfügbarkeit der Nährstoffe und ähnliche bodenkundliche und pflanzenphysiologische Eigenschaften. Allgemein gilt: Je gröber das Gefüge eines Bodens und/oder je dichter gepackt, desto ungünstiger sind dessen Bodeneigenschaften.

Gründigkeit

Als Gründigkeit bezeichnet man das von den Pflanzen durchwurzelbare und nutzbare Volumen eines Bodens. Die Gründigkeit ist ein Mass für die Fähigkeit eines Bodens, Wasser zu speichern und den Pflanzen zur Verfügung zu stellen.

Humus

Als Humus (lat. „Erdboden“) im weiteren Sinne bezeichnet man die tote organische Substanz eines Bodens. In Bau und Landwirtschaft wird der Begriff Humus meist verkürzt für den Oberboden verwendet.

Neophyten

Neophyten sind gebietsfremde Organismen. Gebietsfremd bedeutet, dass diese Organismen im Gebiet der EU und der EFTA (ohne Überseegebiete) vor 1492 nicht vorgekommen sind. Sie wurden also ab 1492 beabsichtigt oder unbeabsichtigt durch den Menschen hineingebracht. Es wird unterschieden zwischen invasiven und nicht invasiven Arten. Als invasiv werden jene Neophyten bezeichnet, die sich aggressiv und explosionsartig vermehren, dominant werden und dadurch andere Arten bedrängen. Dies kann ökologische, wirtschaftliche oder gesundheitliche Probleme verursachen. Deshalb müssen Massnahmen ergriffen werden, um sie in Schach zu halten.

Physikalische Belastung

Belastungen des Bodens durch künstliche Veränderungen der Struktur, des Aufbaus oder der Mächtigkeit des Bodens, welche die Bodenfruchtbarkeit oft langfristig beeinträchtigen Beispiele: Verdichtung, Verschlammung und Erosion.

Profilierungsschicht

Ausgleichsschicht aus unbelastetem Aushubmaterial, die auf Deponien den Abfallkörper von der Oberflächenabdichtung bzw. der aus Boden aufgebauten Rekultivierungsschicht trennt. Sie soll vermeiden, dass Schadstoffe in den Boden gelangen.

Rekultivieren

Durch Materialabbau, Deponien oder andere bauliche Eingriffe abgetragener Boden wird wieder fachgerecht hergestellt. Das Rekultivierungsziel legt den Bodenaufbau, die Mächtigkeit und die Bodenqualität fest. Für Rekultivierungen ist im Thurgau die FSKB-Rekultivierungsrichtlinie massgeblich.



Saugspannung

Der Saugspannung als Mass für die Feuchte und die Tragfähigkeit des Bodens kommt bei Erdarbeiten eine zentrale Bedeutung zu. Von ihr kann abgeleitet werden, ob ein Maschineneinsatz in einer konkreten Situation zulässig ist. Wissenschaftlich gesehen ist die Saugspannung die Kraft, mit der das Bodenwasser im Boden festgehalten wird. Je weniger Wasser im Boden ist, desto grösser ist die Saugspannung und umso stärker werden die festen Bodenbestandteile zusammengehalten. Die Messung erfolgt mit Tensiometern.

Skelett

Anteil an Steinen und Kies > 2 mm im Boden

Spatenprobe

Methode zur Beurteilung des Bodenzustandes (Struktur, Feuchtigkeit, Belebtheit) mit Hilfe eines Langspatens.

Tensiometer

Ein Tensiometer dient zur Messung der Bodenfeuchte anhand der Saugspannung. Je trockener ein Boden ist, desto grösser ist die Saugspannung.

Terrainveränderung

Eine Anpassung des vorhandenen Geländes. Im engeren Sinn geht es um landwirtschaftlich begründete Geländeänderungen zur Beseitigung von Bewirtschaftungshindernissen oder zur Behebung eines Strukturdefizits. Für Terrainveränderungen ausserhalb der Bauzone sind genaue Abklärungen und in der Regel ein Baugesuch notwendig! (vgl. Richtlinie 11 des Amtes für Raumplanung).

Untergrund

Gesamtheit der Locker- und Festgesteine unterhalb der Bodenschicht (C-Horizont).



IV Anhang

1 Vollzugshilfsmittel

Bodendatenbank «Bodaba»

In der Datenbank «Bodaba» werden sämtliche Bodenuntersuchungen des Kantons und Dritter erfasst. Es ist vorgesehen, das in die Jahre gekommene System durch die vom Bund gratis zur Verfügung gestellte NABODAT zu ersetzen. «Bodaba» bzw. NABODAT sind amtsinterne Instrumente. Daten können Dritten im Einzelfall zur Verfügung gestellt werden.

Bodenübersichtskarte

Anders als seine Nachbarkantone verfügt der Thurgau über keine detaillierte Bodenkarten. Seit 2005 liegt die «Bodenübersichtskarte (BÜK)» mit Massstab 1:50'000 vor. Sie wird vom Amt für Raumplanung als Planungsgrundlage für raumplanerische Entscheide verwendet. Im Amt für Umwelt ist sie das zentrale Instrument für alle Fragen im Zusammenhang mit dem Vollzug des physikalischen Bodenschutzes.

Die BÜK fasst stark generalisiert Gebiete mit ähnlicher Ausprägung der bodenbildenden Faktoren in Kartenpolygonen³² zusammen, beinhaltet aber auch 832 genaue punktuelle Aufnahmen. Die BÜK ist eine «halb-synthetische» Karte, die das Kantonsgebiet ausgehend von bestehenden Kartenwerken³³ in 10 Bodenregionen unterteilt und den so entstandenen rund 2'800 Kartenpolygonen aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen und Analogieschlüssen über die vorherrschenden Bodenbildungsbedingungen³⁴, sowie dem Abgleich mit den oben erwähnten Punktdaten, konkrete Bodeneigenschaften zuweist – den so genannten Bodenmustern. Diese Bodenmuster wurden wie folgt weiter unterteilt:

- Hauptboden (die flächenmässig wichtigste Bodenform eines Kartenpolygons)
- Nebenboden (die flächenmässig zweitwichtigste Bodenform eines Kartenpolygons)
- Begleitboden (punktuell vorkommende Bodenform eines Kartenpolygons)

Faktisch gibt es demzufolge nicht **eine** Karte sondern **drei**. Diese Feststellung ist für den Vollzug und insbesondere auch für die Ableitung von interpretierten Karten (Verdichtungsempfindlichkeit, Güllerrisiko etc.) von grosser Bedeutung, da sich Haupt-, Neben- und Begleitboden stark unterscheiden können.

Die BÜK ist im öffentlichen ThurGIS verfügbar.

Deklaration Erdarbeiten

Das Formular «Deklaration Erdarbeiten» ist eine Selbstdeklaration der Bauherrschaft, mit dem sichergestellt werden soll, dass kein belasteter Aushub resp. Bodenaushub auf unbelastete Flächen gelangt. Unter anderem anhand dieses Formulars entscheidet die Gemeindebehörde über die Weiterleitung eines Bau- oder Planungsgesuchs an den Kanton.

³² Kartenpolygon = Einzelfläche einer Karte.

³³ Hervorzuheben sind hierbei die geologische Übersichtskarte 1:50'000 (Naef und Müller 1999) und die Karte der Waldstandorte 1:5'000 (Schmider et al. 2003).

³⁴ Für die Bodenbildung sind die Faktoren Ausgangsgestein, Klima, Relief, Lebewesen und Zeit massgeblich. Da diese Faktoren von Ort zu Ort verschieden sind, können die entstandenen Böden und ihre Eigenschaften bereits kleinräumig stark variieren. Für die Erstellung der BÜK wurden die Bodenbildungsbedingungen für jedes Kartenpolygon einzeln von Experten beurteilt und danach ein Bodenmuster zugeordnet.



Die «Deklaration Erdarbeiten» ist gemäss §18 PBV³⁵ jedem Baugesuch beizulegen. Seit April 2011 genügt es, das Formular nur bei Bauvorhaben beizufügen, bei denen Aushub oder Bodenaushub anfällt.

Hinweiskarte Bodenbelastungen

In der «Hinweiskarte Bodenbelastungen (HKB)» sind Flächen verzeichnet, für die ein kausal begründeter Hinweis vorliegt, dass Belastungen des Bodens vorhanden sein können. Sie ist damit Grundlage für den gesetzeskonformen Umgang mit ausgehobenen Boden und hilft sicherzustellen, dass belastetes Material nicht an unbelastete Orte gelangt. Im Weiteren gibt die HKB einen Überblick über Flächen, auf denen konkrete Gefährdungen von Menschen, Tieren und Pflanzen möglich sind und der Kanton tätig werden muss. Die HKB wird den Gemeindebehörden über das kantonale Intranet zugänglich gemacht. Im Amt für Umwelt ist die HKB das zentrale Instrument für alle Fragen im Zusammenhang mit dem Vollzug des chemischen Bodenschutzes.

Die HKB besteht seit 1998³⁶, ihre Erstellung ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Zu jeder in der HKB erfassten Belastungsursache wird eine detaillierte Methodendokumentation erstellt. Somit sind die Herleitungskriterien und notwendige Expertenentscheide nachvollziehbar und überprüfbar festgehalten. Nach Fertigstellung der HKB werden diese in einem Synthesebericht publiziert.

Die HKB ist im ThurGIS verfügbar.

Kataster der belasteten Standorte

Der «Kataster der belasteten Standorte (KbS)» ist ein öffentliches Verzeichnis der gesichert oder mit grosser Wahrscheinlichkeit mit Abfällen belasteten Standorte. Darunter können sich auch Standorte befinden, die Bodenbelastungen aufweisen (z.B. Schiessanlagen). Der «Verdachtsflächenplan VFP» beinhaltet die noch nicht überführten oder entlassenen Standorte und bildet damit eine Art Vorstufe. Der KbS ist öffentlich. Der VFP ist hingegen nur der Verwaltung einschliesslich Gemeindebehörden über das kantonale Intranet zugänglich.

Der KbS ist im öffentlichen ThurGIS verfügbar, der VFP lediglich verwaltungsintern.

Weitere Instrumente

Weitere Vollzugsinstrumente sind die aus der BÜK abgeleitete Karte der «Verdichtungsempfindlichkeit» der Böden sowie die vom Amt für Raumplanung verwaltete Karte der «Fruchtfolgeflächen», welche die ackerbaulich nutzbaren Böden darstellt. Die im Aufbau befindliche Datenbank NABODAT wird künftig für die Verwaltung sowohl von Bodenschadstoffdaten als auch Profildaten verwendet werden.

³⁵ RRV zum Planungs- und Baugesetz.

³⁶ Zunächst wurde die HKB als Reibergkataster, später als Bodenbelastungskataster bezeichnet. Seit 2009 wird der Begriff «Hinweiskarte Bodenbelastungen (HKB)» verwendet.



2 Physikalischer Bodenschutz – Eckpunkte für die gute fachliche Praxis

Verdichtungsempfindlichkeit

Böden sind aufgrund ihrer Zusammensetzung unterschiedlich empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen und das Gefährdungspotenzial für die Bodenfruchtbarkeit folglich verschieden. Die Empfindlichkeit der verschiedenen Böden wird nach der Schweizer Norm 640 582 bestimmt und ist in die Planung von Bauvorhaben mit einzubeziehen (siehe Abbildung 3). Hinweise kann die aus der Bodenübersichtskarte abgeleitete Karte der Verdichtungsempfindlichkeit geben.

Abbildung 3: Verdichtungsempfindlichkeit gemäss SN 640 582

Bodentyp ³⁷	Boden- verdichtungs- empfindlichkeit	Belastbarkeit/Befahrbarkeit
<ul style="list-style-type: none"> organische Böden häufig bis zur Oberfläche vernässte Böden selten bis zur Oberfläche porengesättigte, stauwasser geprägte bzw. ton- oder schluffreiche Böden 	extrem empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> dauernd verdichtungsgefährdet schon geringe Auflasten können die Bodenstruktur irreversibel schädigen
<ul style="list-style-type: none"> grund- oder hangwasser geprägte, jedoch selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden stau-, hang- oder grundwasser beeinflusste Schluffböden mit mehr als 50% Schluff und weniger als 10% Ton 	stark empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> nur beschränkt mechanisch belastbar, ausser während längerer Trockenperioden eingeschränkte Maschinenwahl
<ul style="list-style-type: none"> stau-, hang- oder grundwasser beeinflusste Böden Schluffböden mit mehr als 50% Schluff und weniger als 10% Ton mit ausgeglichenem Wasser- und Lufthaushalt 	normal empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> während längerer Nassperioden sowie ausserhalb der Vegetationszeit nur eingeschränkt mechanisch belastbar Perioden mit abgetrocknetem Boden sind optimal zu nutzen erhöhte Sorgfalt beim Befahren nötig
<ul style="list-style-type: none"> Böden mit ausgeglichenem Luft- und Wasserhaushalt und stabilem Gefüge (ohne Schluffböden mit mehr als 50% Schluff und weniger als 10% Ton) 	schwach empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> nach entsprechender Abtrocknung im allgemeinen gut mechanisch belastbar übliche Sorgfalt
<ul style="list-style-type: none"> Böden mit Skelettanteil von mehr als 50% kies-/steinreiche Sande mit weniger als 50% Schluff und weniger als 10% Ton 	kaum empfindlich	<ul style="list-style-type: none"> kaum druckempfindlich im allgemeinen gut mechanisch belastbar übliche Sorgfalt

³⁷ Gemäss Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Schriftenreihe der FAL Nr. 24, Forschungsanstalt Reckenholz, Zürich 1997, sowie Schweizer Norm SN 640 582.



Bodenfeuchte

Eine zentrale Grösse bei der fachgerechten Durchführung von Kulturerdearbeiten ist die «Bodenfeuchte». Nur das Arbeiten in genügend abgetrockneten Zustand ermöglicht einen schonenden Umgang, denn nasse Böden sind erheblich empfindlicher als trockene. Die folgende Grafik verdeutlicht diesen Grundsatz an einem einfachen Beispiel:

Abbildung 4: Zulässigkeit baulicher Eingriffe nach Bodenfeuchte (Feldtest, aus FSKB 2001, ergänzt)

		Bearbeiten	Befahren mit Raupenfahrzeugen
	hart	✓	✓
	brüchig	✓	(✓)
	plastisch	✗	✗

Die Bodenfeuchte ist messbar: Mit dem Tensiometer wird die so genannte Saugspannung bestimmt. Liegen Werte unter 6 cbar vor, ist ein bodengerechter baulicher Eingriff nicht möglich. Steigen die Werte darüber, sind Bodenarbeiten mit oder ohne Schutzmassnahmen³⁸ möglich. Die Einsatzgrenze der jeweiligen Baumaschine wird dabei aus dem Nomogramm (siehe Abbildung 6) abgelesen.

Abbildung 5: Maschineneinsatz und Saugspannung (aus FSKB 2001, verändert)

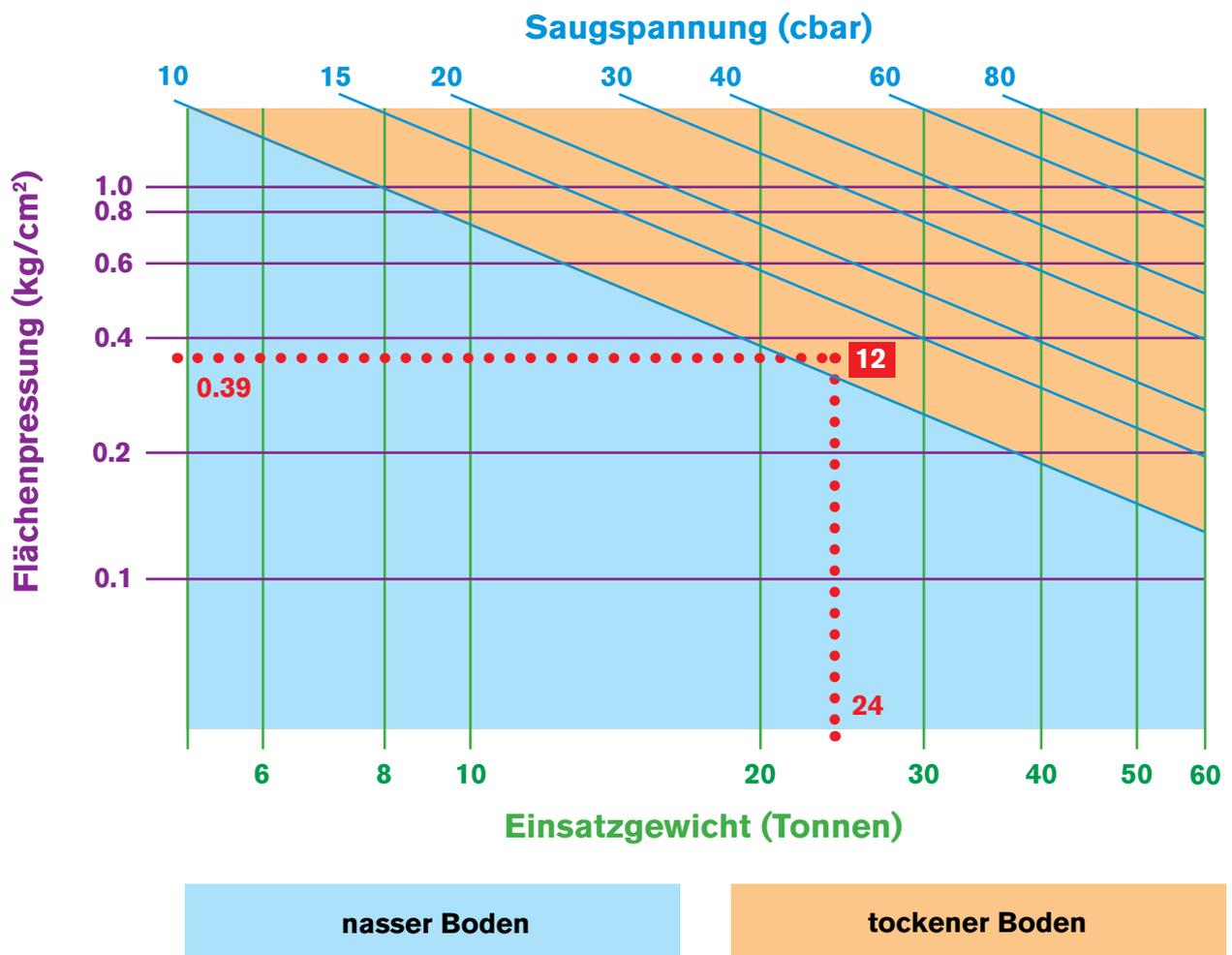
Saugspannung	Bearbeiten des Bodens	Befahren des Bodens
unter 6 cbar	verboten	verboten
6 bis 10 cbar	mit Vorsicht zulässig	mit Schutzmassnahmen zulässig
über 10 cbar	zulässig	Befahren mit Raupenfahrzeugen gemäss Nomogramm

³⁸ Unter Schutzmassnahmen versteht man in diesem Zusammenhang beispielsweise Baggermatten, Polygonplatten, Baupisten etc.



Wichtig ist in diesem Zusammenhang der Ort, an dem die Bodenfeuchte beurteilt wird: Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist der Unterboden massgebend, da er länger feucht bleibt und kaum regeneriert werden kann.

Abbildung 6: Nomogramm für den Maschineneinsatz (aus FSKB 2001, verändert)



Ablesungsbeispiel:
 Das Gesamtgewicht einer Baumaschine beträgt 24t inkl. Ladung. Die Bodenpressung liegt gemäss Datenblatt bei 0.39 bar. Die Einsatzgrenze beträgt somit 12 cbar.



Richtiger Bodenaufbau

Neben der Verdichtung ist die Zerstörung des natürlichen Bodenaufbaus eine häufig zu beobachtende Tatsache. Vielfach wird der Oberboden abgeschoben und seitlich deponiert, danach unbelebter Aushub eingebaut und abschliessend wieder humusiert.

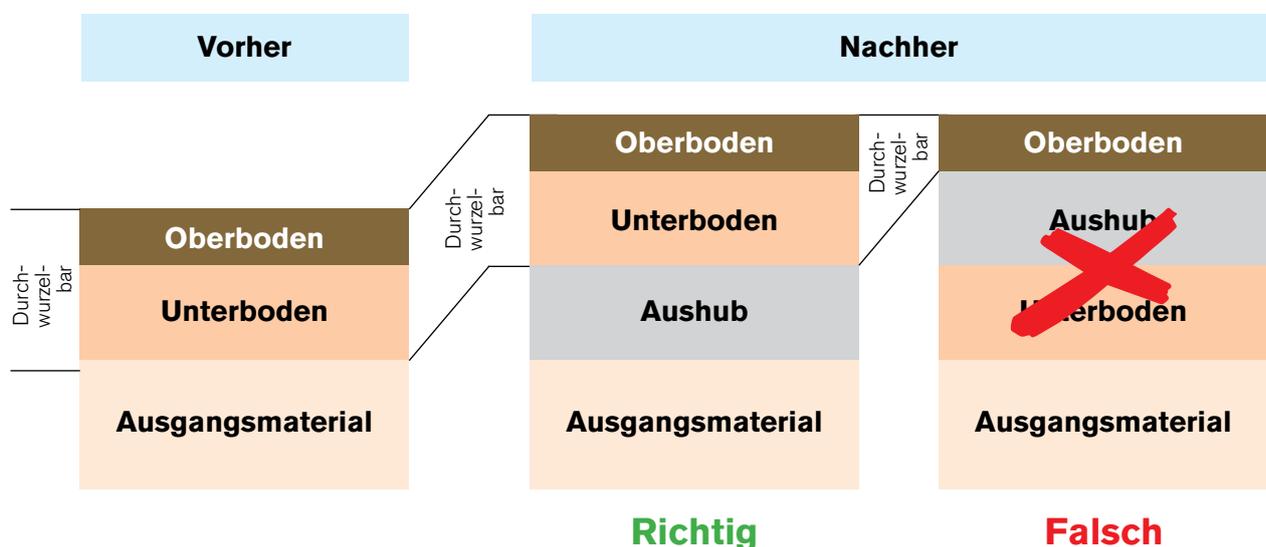
Diese Vorgehensweise hat zur Folge, dass der belebte Unterboden begraben wird und seine Funktion verliert. Der eingebaute Aushub kann diese Funktionen auf Jahrzehnte hinaus nicht übernehmen, weshalb ein nachhaltiger Bodenschaden vorliegt.

Abbildung 7 und das folgende Beispiel verdeutlichen diesen Zusammenhang.

Beispiel Trockenstress

Wird ein 50 cm mächtiger, lehmiger Unterboden mit unbelebtem Aushub überdeckt, geht dem Gesamtboden eine Wasserspeicherkapazität von rund 75 mm verloren. Bei dem üblichen Wasserbedarf einer Dauerpflanzfläche tritt im gewachsenen Boden nach etwa 24 Tagen Trockenstress ein, im geschütteten bereits nach etwa neun Tagen.³⁹

Abbildung 7: Veränderungen des Bodenaufbaus bei baulichen Eingriffen



Das Ziel von Auflagen im Zusammenhang mit Bauvorhaben ist die Erhaltung des Unterbodens und des natürlichen Bodenaufbaus. Um solche Beeinträchtigungen zu vermeiden, muss im Regelfall der Unterboden ebenfalls ausgehoben und über dem Aushub wieder eingebaut werden.

³⁹ Pro Dezimeter Boden können bei einem Lehm etwa 15 mm Wasser gespeichert werden. Das Rechnungsbeispiel geht von einer Gesamtmächtigkeit von 30 cm Oberboden und 50 cm Unterboden aus. Unterboden: $5 \times 15 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$, Gesamtboden gewachsen $8 \times 15 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$, nur Oberboden $3 \times 15 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$, Entzug 5 mm/d .



3 Beurteilungsraster bei landwirtschaftlichen Terrainveränderungen

Für die Beurteilung der standörtlichen Voraussetzungen und insbesondere der anthropogenen Überprägung eines Standortes werden die BÜK und allenfalls weitere verfügbare Grundlagen herangezogen. Sofern sich daraus kein eindeutiges Bild ergibt oder die Angaben des Gesuchstellers markant von den Angaben der BÜK abweichen, erfolgt meist eine Bodenaufnahme vor Ort.

Die Beurteilung des Verbesserungspotenzials bezüglich der Fruchtbarkeit von Böden mit ausgewiesenen oder vermeintlichen Defiziten basiert methodisch auf der Bodenkundlichen Kartieranleitung⁴⁰ der Forschungsanstalt Reckenholz, welche für Bodenkartierungen in der Schweiz verbindlich ist. Dabei wird ausgehend von den Angaben der BÜK bzw. Felderhebungen folgendes Beurteilungsraster angewandt:

Bezeichnung	Bodenpunkte	PNG in cm	Verbesserungspotenzial	Begründung
extrem oder sehr tiefgründig	> 90	> 100	keines	i.d.R. EK 1
tiefgründig	> 80	70 - 100	keines	i.d.R. EK 1
mässig tiefgründig	> 70	50 - 70	gering	i.d.R. EK 2, evtl. 3
ziemlich flachgründig	> 50	30 - 50	mittel	EK 4 - 8
flachgründig	> 20	10 - 30	gross	EK 9 - 10
sehr flachgründig	< 20	< 10	gross	EK 9 - 10

PNG = Pflanzennutzbare Gründigkeit in cm, **BP** = Bodenpunktzahlen, **EK** = Eignungsklasse

Mechanische Eingriffe in den Boden bergen immer gewisse Risiken für nachhaltige Schädigungen. Die Böden sind aufgrund ihrer Zusammensetzung unterschiedlich empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen und das Gefährdungspotenzial für die Bodenfruchtbarkeit folglich verschieden. Die Empfindlichkeit wird nach der Schweizer Norm 640 582 bestimmt (siehe auch Anhang 2). Ausgehend von den Angaben der BÜK bzw. Felderhebungen wird folgendes Beurteilungsraster angewandt:

Empfindlichkeitsstufe	Empfindlichkeit SN 640 582	Gefährdungspotenzial
ES 5	extrem	konkrete Gefährdung
ES 4	stark	grosses Gefährdungspotenzial
ES 3	normal	erhebliches Gefährdungspotenzial
ES 2	schwach	mässiges Gefährdungspotenzial
ES 1	kaum	gewisses Gefährdungspotenzial

Ein erhebliches Gefährdungspotenzial und/oder nur geringes Verbesserungspotenzial führen im Regelfall zu einer Ablehnung durch das AfU, echte Verbesserungen mit vertretbarer Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit erhalten hingegen meist eine Zustimmung.

⁴⁰ Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Schriftenreihe der FAL Nr. 24, Forschungsanstalt Reckenholz, Zürich 1997.

Herausgeber: Amt für Umwelt, November 2012
Projektleitung: Fachstelle Bodenschutz und Deponien
Verfasser: Achim Kayser und Martin Eugster
Gestaltung: werbeschmid.ch, Egon Schmid, Dietingen, 8524 Uesslingen
Druck: Sonderegger Druck AG, 8570 Weinfelden
Auflage: 800 Exemplare
Bezug: Bestell-Nr. 06204, Amt für Umwelt, umwelt.afu@tg.ch

