



Bodenschutz im Kanton Zug



Bodenschutzkonzept

Beschlossen vom Regierungsrat am 17. Februar 2009

Impressum

Herausgeber

Amt für Umweltschutz (AfU) des Kantons Zug.

Bearbeitung

Bruno Mathis, Fachstelle Bodenschutz (FABO) im Amt für Umweltschutz (AfU)
unter Mitwirkung der beteiligten kantonalen Fachstellen.

Beteiligte kantonale Fachstellen

- Amt für Raumplanung (ARP)
- Landwirtschaftsamt (LWA)
- Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum Schluethof (LBBZ)
- Kantonsforstamt (KFA)
- Amt für Denkmalpflege und Archäologie (ADA)

Vorwort

Der Erdboden unter unseren Füßen mag unscheinbar wirken. Dennoch stellt er die Grundlage unseres Lebens dar: Auf ihm bauen wir unsere Nahrungs- und Futterpflanzen an, er wirkt als Filter für unser Wasser, dient als Baugrund für Bauten und Anlagen und als Ort für unsere Freizeitaktivitäten und ist Bewahrer des archäologischen Erbes. Unsere Lebensgrundlage Boden wird stark beansprucht. Infolge menschlicher Nutzung muten wir dem Boden zuviel zu, so dass er geschützt werden muss. Wir belasten ihn mit Schadstoffen, verabreichen ihm zu viele Nährstoffe, wir verdichten und überbauen ihn; alles Aktivitäten, die dem Boden und seiner Fruchtbarkeit zusetzen. Vielerorts ist dadurch die Bodenfruchtbarkeit über Jahre hinaus beeinträchtigt.

Eine haushälterische Nutzung des Bodens wird vom Raumplanungsrecht und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit vom Umweltschutzrecht gefordert. Was dies konkret in der Umsetzung heisst und wie diesen Forderungen nachzukommen ist, haben die im Bodenschutz tätigen kantonalen Fachstellen, Amt für Raumplanung, Landwirtschaftsamt, LBBZ, Forstamt, Amt für Denkmalpflege und Archäologie und Amt für Umweltschutz im vorliegenden Bodenschutzkonzept zusammengestellt. Dieses soll die Grundlage für die notwendigen Arbeiten im Bereich Bodenschutz für die nächsten fünf Jahre bilden und die notwendige Stossrichtung für die künftigen bodenschutzrelevanten Aufgaben des Kantons geben. Das Konzept ist damit ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer umfassenden kantonalen Bodenschutzstrategie.

Der Nutzungsdruck auf den Boden im Kanton Zug ist gross. So haben wir beispielsweise einen hohen Verbrauch von Boden für den Siedlungsbau und den Bau von Infrastrukturanlagen, der deutlich über dem Schweizerischen Durchschnitt liegt. Dazu kommen Bodenverdichtungen, die Erosion und die Belastung der Böden mit Schadstoffen. Zum aktuellen Zustand des Bodens im ganzen Kanton sind derzeit infolge fehlender grossflächiger Untersuchungen höchstens bruchstückhafte Aussagen möglich. Es ist jedoch klar, dass auch die Böden im Kanton Zug nicht mehr unbelastet sind.

Handlungsbedarf besteht in verschiedenen Bereichen: Zum Beispiel bei der Verknüpfung von Raumplanung und qualitativem Bodenschutz, damit wir den Boden unter unseren Füßen nicht verlieren. In Bauzonen sollten vermehrt Bauflächen minimiert und eine verdichtete Bauweise angestrebt werden. Ausserhalb der Bauzonen darf der natürliche Bodenaufbau nicht verändert werden. Natürlich gewachsene Böden und ihre standorttypischen Bodeneigenschaften sind grundsätzlich zu erhalten. Auch auf bedeutende archäologische Fundstellen im Boden ist Rücksicht zu nehmen. Fruchtfolgeflächen und Schutzgebiete müssen höchsten Schutz geniessen und sind zu kompensieren. Eine grosse Gefahr geht aber auch von Böden aus, die mit Schadstoffen belastet sind oder mit verschmutztem Material verändert werden. Solche Böden können Menschen, Tiere und Pflanzen gefährden, so dass deren Nutzung eingeschränkt werden muss. Die Erhaltung der Bodenqualität ist ein Muss für jedes Bauvorhaben. Es gilt darauf zu achten, dass Bodenverdichtungen oder Belastungen der Böden durch Schadstoffe, im Sinne eines vorbeugenden Bodenschutzes zu ver-

meiden sind. Die nachhaltige Bodennutzung und der vorsorgliche Bodenschutz zählen daher zu den grössten Herausforderungen unserer Zeit.

Der Schutz des Bodens muss einen ähnlichen Stellenwert erhalten wie beispielsweise derjenige von Wasser und Luft. Es braucht grosse Anstrengungen, bis sich bei den Akteuren und in der breiten Bevölkerung ein ähnliches Bewusstsein für gesunde Böden wie für sauberes Wasser und gesunde Luft entwickelt. Dies legt auch eine Intensivierung der Informationstätigkeit über möglichst viele Kanäle nahe. Es gilt die Bevölkerung für den Bodenschutz zu sensibilisieren, speziell die Akteure und Betroffenen, aber auch die Wirtschaftskreise. Auch daran müssen wir in den nächsten Jahren arbeiten.

Rainer Kistler, Amtsleiter

Zusammenfassung

Unser Boden ist über Jahrtausende gewachsen. Er ist das Ergebnis von langen, komplexen, natur- und kulturgeschichtlichen Prozessen und damit nicht beliebig verfügbar. Naturbelassene und gesunde Böden erfüllen lebenswichtige Funktionen. Deswegen darf unser Boden nur nachhaltig und schonend genutzt werden. In diesem Sinne bildet er eine endliche, natürliche Ressource und ist als solche vorsorglich vor schädlichen Einwirkungen zu schützen. Wollen wir die Lebensgrundlage Boden als Ressource für die nächste Generation erhalten, ist ein vorausschauender und nachhaltiger Umgang mit unseren Böden unumgänglich. Heute werden fast alle Böden durch den Mensch intensiv genutzt, dadurch laufend tief greifend verändert und in ihren vielfältigen Bodenfunktionen beeinträchtigt. Die wichtigsten Beeinträchtigungen sind dabei die Zerstörung von Böden durch Überbauung, Versiegelung, Eintrag von Schadstoffen sowie physikalische Veränderungen wie z.B. Verdichtung, Erosion und Bodenverschiebungen, etc. zu nennen.

Böden sind vielfach nicht nur unter dem Einfluss der Umwelt, sondern auch unter Einwirkung der Menschen gewachsen. Viele Böden enthalten kulturgeschichtliche Zeugen in Form von archäologischen Funden und Bauresten sowie von Veränderungen in der natürlichen Bodenbeschaffenheit. Der Boden ist Umwelt- und Kulturarchiv zugleich.

Im vorliegenden Konzept wird aufgezeigt, dass eine bundesrechtliche Pflicht im Umgang mit der Ressource Boden besteht und welche Rechtsgebiete involviert sind. Dabei sind zwei Leitprinzipien zentral: Das Vorsorge- und das Nachhaltigkeitsprinzip. Vorsorge bedingt eine Prognose über die möglichen Auswirkungen auf die Umwelt und frühzeitige Massnahmen zu deren Beschränkung. Bodenbeeinträchtigungen sind oft irreversibel oder nur mit grossem Aufwand zu beheben. Im Sinne der Nachhaltigkeit hat sich die Bodenschutzpolitik auf das Ziel auszurichten, die Ressource Boden längerfristig nicht über deren Regenerationsfähigkeit hinaus zu beanspruchen.

Der Bund hat 1983 mit dem Erlass des Umweltschutzgesetzes (USG) sowie 1998 mit dem Erlass der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) die rechtliche Grundlage für die Bodenbeobachtung und -überwachung und einen sorgsamen Umgang mit Böden als gesetzlichen Rahmen für den qualitativen Bodenschutz geschaffen. Die häusliche Nutzung des Bodens, der so genannte quantitative Bodenschutz, wurde auf Bundesebene bereits 1979 mit dem Raumplanungsgesetz (RPG) vorgeschrieben. Kantonale Rechtsgrundlage für den Beginn der bodenschützerischen Tätigkeit durch die Fachstelle Bodenschutz bildete das Einführungsgesetz zum USG (EG USG) von 1989 und neuerdings der Richtplan des Kantons Zug von 2004. Eine gemeinsame Strategie für einen wirksamen Bodenschutz im Kanton Zug durch alle Bodenschutz beteiligten kantonalen Fachstellen wurde jedoch bisher noch nicht erarbeitet.

Im vorliegenden Konzept werden zuerst die Ausgangslage und Rahmenbedingungen für den Bodenschutz bei den Bodenschutz involvierten Bundesstellen, den Kantonen dargestellt und anschliessend die Anforderungen an den Bodenschutz des Kantons Zug abgeleitet. In den weiteren Kapiteln werden der aktuelle Stand des Bodenschutzes sowie die möglichen Bodenschutz-Ziele für

den Kanton Zug vorgestellt. Daraus werden die vermuteten Gefahren für den Zuger Boden abgeleitet und den Handlungsbedarf für eine gemeinsame Bodenschutz-Strategie im Kanton Zug aufgezeigt. Trotz der bisher geleisteten Arbeit sind Defizite festzustellen, die mit gezielten Massnahmen angegangen werden müssen. Das vorliegende Konzept zeigt die prioritären Massnahmen auf, die unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und politischen Möglichkeiten des Kantons mittelfristig in den nächsten fünf Jahren voranzutreiben sind. Bei der Erarbeitung des Konzepts wurden insgesamt sieben Massnahmen mit erster und zweiter Priorität festgelegt, deren Realisierung in ein bis fünf Jahren angestrebt werden und das Vorgehen zur Lösung dieser Aufgaben in den einzelnen Massnahmenblättern detailliert beschrieben:

- Koordinationsgruppe für den Bodenschutz
- Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung (ZUDK-Projekt KABO Z-CH)
- Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben
- Erfolgskontrolle bei Terrainveränderungen
- Erfassung von Bodenerosion und -verdichtung
- Bodenpfad Steinhauserwald
- Aufarbeitung und Integration von Bodenprofilen in die Bodenkarte.

Infolge der knappen finanziellen und personellen Ressourcen müssen die prioritären Massnahmen zeitlich gestaffelt angegangen werden. Deren Durchführung erfordert einen zusätzlichen Bearbeitungsaufwand seitens der federführenden Fachstelle, weshalb die Massnahmen der dritten Priorität bis auf weiteres zurückzustellen sind. Der Finanzbedarf wird sich mittelfristig für die nächsten fünf Jahre 2009 bis 2013 gegenüber den vergangenen Jahren nicht wesentlich erhöhen. Die Kosten für die Umsetzung der Massnahmen werden in die jährlichen Budgets der federführenden Fachstellen aufgenommen.

Die haushälterische Nutzung des Bodens bzw. der so genannte quantitative Bodenschutz ist Aufgabe der Raumplanung und wird im vorliegenden Konzept nur am Rande gezeigt. Für einen ganzheitlichen Bodenschutz und in Bezug auf die Nachhaltigkeit sind jedoch sowohl der qualitative wie der quantitative Bodenschutz von grosser Bedeutung und müssen sich gegenseitig ergänzen. Fruchtbarer Boden ist ein in Jahrtausenden entstandenes, wertvolles Gut, das weder ersetzt noch erneuert werden kann. Ihm ist als wichtige Lebensgrundlage bei allen Vorhaben Sorge zu tragen. Bodenschutz lohnt sich.

Inhalt

Vorwort	3
Zusammenfassung	5
1. Ausgangslage und Rahmenbedingungen	9
1.1. Einleitung	9
1.2. Boden und seine Funktionen	10
1.3. Koordinationsbedarf	11
1.4. Gesetzliche Grundlagen	11
1.5. Der Richtplan des Kantons Zug	14
1.6. Die Aufgaben im qualitativen Bodenschutz	15
1.7. Stellenwert des Bodenschutzes heute	16
1.8. Zustand der Böden in der Schweiz	16
1.9. Zustand der Böden im Kanton Zug	18
1.10. Mögliche Gefahren für die Zuger Böden	20
2. Bodenschutz auf Kantons- und Bundesebene	22
2.1. Aufgabenteilung zwischen Bund, Kanton und Gemeinden	22
2.2. Bodenschutz in den Kantonen	23
2.3. Bodenschutzkonzept der Schweiz	23
2.4. Bodenschutz Schweiz - Ein Leitbild	24
2.5. Bodenkonzent für die Landwirtschaft in der Schweiz	25
2.6. Bodenschutz im Waldprogramm Schweiz	26
2.7. Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz NUS	26
2.8. Bodenschutz in der Archäologie	27
3. Anforderungen an den Bodenschutz des Kantons Zug	28
3.1. Ziele	28
3.2. Koordinationsbedarf und Systemabgrenzung	28
3.3. Beteiligte Fachstellen und Institutionen	29
4. Stand des Bodenschutzes im Kanton Zug	30
4.1. Koordination der Bodenschutzaktivitäten	30
4.2. Stand der Richtplanung	30
4.3. Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung	31
4.4. Bodenschutz beim Bauen	33
4.5. Bodenschutz in der Landwirtschaft	37
4.6. Bodenschutz in der Forstwirtschaft	39
4.7. Bodenschutz in der Archäologie	41
4.8. Belastungen durch Schadstoffe im Boden	42
4.9. Öffentlichkeitsarbeit	44
4.10. Bodeninformation / Bodenkarten	45

5.	Massnahmen	47
5.1.	Prioritäten	47
5.2.	Handlungsfelder und Massnahmen mit Prioritäten	47
5.3.	Massnahmenblätter	49
6.	Umsetzung der Massnahmen	50
6.1.	Personelle Ressourcen	50
6.2.	Finanzielle Ressourcen	52
6.3.	Erfolgskontrolle	53
6.4.	Umsetzungsplanung	53
7.	Finanzierung und Wirtschaftlichkeit	54
7.1.	Finanzierung	54
7.2.	Nutzen	54
7.3.	Risiken	54
Anhang		55
Anhang 1:	Massnahmenkatalog	56
Anhang 2:	Massnahmenblätter	57
Anhang 3:	Literatur- und Grundlagenverzeichnis	71

1. Ausgangslage und Rahmenbedingungen

1.1. Einleitung

Böden bilden die Lebensgrundlage für den Menschen: auf ihnen bauen wir unsere Nahrungs- und Futterpflanzen an, auf ihnen gedeihen nachwachsende Rohstoffe, sie reinigen das Wasser und sie dienen als Baugrund und Erholungsraum. Böden sind gleichzeitig ein unverzichtbarer Bestandteil der Ökosysteme. Sie bieten Lebensraum für einen kaum überschaubaren Kosmos von Tieren und Pflanzen und sind damit eine wesentliche Grundlage für die Biodiversität. Der Mensch nutzt Böden seit Jahrtausenden; davon zeugen auch die archäologischen Bodendenkmäler, die den Boden zum bedeutenden Kulturarchiv machen. Die Nutzung wurde allerdings in den letzten 100 Jahren intensiviert und auch auf Böden mit geringem Nutzungspotential ausgedehnt. Durch die verstärkte Beanspruchung werden Böden vielerlei Beeinträchtigungen ausgesetzt. Die wichtigste quantitative Beeinträchtigung ist der Verlust von Kulturland durch die grosse Bautätigkeit. Eine der wichtigsten qualitativen Beeinträchtigungen ist die Veränderung der Bodenstruktur durch mechanische Einwirkungen wie Verdichtungen und Erosion. Beide gefährden langfristig die Bodenfruchtbarkeit und werden unter anderem durch den Einsatz von schweren Maschinen in der Bau- und Landwirtschaft und durch Terrainveränderungen und ungeeignete Bewirtschaftung verursacht. All dies führt zur Beeinträchtigung der Bodenfunktionen und damit zur Verminderung der Fruchtbarkeit.

Der Umgang mit dem Boden ist im schweizerischen Recht in einer umfassenden Bodenschutzgesetzgebung geregelt. Nach verbreiteter Umschreibung befasst sich das Raumplanungsrecht mit den quantitativen Aspekten, das Umweltschutzgesetz hingegen mit dem Schutz der unversiegelten Flächen vor stofflichen, physikalischen und biologischen Beeinträchtigungen, dem qualitativen Bodenschutz mit dem Ziel der langfristigen Erhaltung des Bodens und seiner Funktionen. Der Bund hat 1983 mit dem Erlass des Umweltschutzgesetzes (USG) bzw. 1987 mit dem Erlass der Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) die rechtliche Grundlage für die Bodenbeobachtung und -überwachung sowie 1998 mit dem Erlass der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) die rechtliche Grundlage für einen sorgsamen Umgang mit Böden geschaffen. Seither gilt es, das Bodenschutzrecht in der täglichen Praxis umzusetzen. Seit Inkrafttreten der Gesetzesbestimmungen wurden Fortschritte im Bodenschutz erzielt. Es bleibt aber noch viel zu tun, um flächendeckend einen nachhaltigen Umgang mit Böden zu erreichen. Umfassender Bodenschutz kann nur gelingen, wenn die Bedeutung der Böden, deren Gefährdung und die daraus resultierenden Folgen allen Bevölkerungskreisen bewusst werden. Hier sind weitere Anstrengungen notwendig.

Die haushälterische Nutzung des Bodens bzw. der so genannte quantitative Bodenschutz liegt im Aufgabenbereich der Raumplanung und wird in diesem Bericht nur summarisch berücksichtigt. Es wird an dieser Stelle auf den aktuell geltenden Richtplan des Kantons Zug sowie das geplante Richtplancontrolling verwiesen, welches auch Fragen des quantitativen Bodenschutzes beinhalten wird (Kap. 1.4).

Der quantitative und der qualitative Bodenschutz ergänzen sich gegenseitig. Für einen ganzheitlichen Bodenschutz sind beide von grosser Bedeutung.

1.2. Boden und seine Funktionen

Boden ist die äusserste Schicht der Erdkruste und wird geprägt von Muttergestein, Klima, Relief und Lebewesen sowie durch die Zeit. Der Boden stellt für das gesamte Landökosystem den wichtigsten Bioreaktor dar. Im Oberboden, seiner intensiv belebten, oft kaum einen halben Meter mächtigen Schicht, werden die Mineralien des Gesteinsuntergrundes aufbereitet, und Mikroorganismen zerlegen abgestorbene Biomasse von Flora, Fauna, aber auch von uns Menschen, wieder in ihre Grundbestandteile - und machen sie so erneut für die Pflanzen verfügbar. Dadurch stellt er für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen eine unverzichtbare Lebensgrundlage dar. Ohne Bodenlebewesen würde sich tote Materie in der Natur anhäufen und damit die biogeochemischen Kreisläufe unterbinden, die das Funktionieren der Biosphäre ermöglichen. Für die Bildung eines Zentimeters Boden braucht es durchschnittlich 100 Jahre!

Der Boden kann eine Vielzahl ökologischer, wirtschaftlicher, sozialer und kultureller Funktionen von lebenswichtiger Bedeutung erfüllen. Die wichtigsten Bodenfunktionen sind¹:

- Erzeugung von Lebensmitteln und Biomasse (Produktionsfunktion): Die für den Menschen lebensnotwendige Erzeugung von Lebensmitteln und Agrarprodukten sowie die Forstwirtschaft sind vollständig vom Boden abhängig. Nahezu die gesamte Vegetation, einschliesslich Grünland, Kulturpflanzen und Bäumen, benötigt den Boden für die Wasser und Nährstoffversorgung und als Wurzelhalt;
- Speicherung, Filterung und Umwandlung von Stoffen (Regelungs- und Filterfunktionen): Der Boden speichert Minerale, organische Substanz, Wasser und Energie sowie verschiedene chemische Stoffe und wandelt sie zum Teil auch um. Der Boden bildet den Bioreaktor für den Abbau organischer Stoffe. Er erfüllt die Funktion eines natürlichen Filters für das Grundwasser und gibt CO₂, Methan und andere Gase in die Atmosphäre ab;
- Lebensraum und Genpool für Bodenorganismen (Lebensraumfunktionen): Der Boden dient als Lebensraum für zahlreiche in und auf dem Boden lebende Organismen verschiedenster Art. Er erfüllt somit wesentliche ökologische Funktionen und bildet ein Genreservoir;
- Physische Umwelt des Menschen (kulturelle Funktion): Der Boden bildet die Plattform für die Tätigkeiten des Menschen und ist darüber hinaus Teil der Landschaft;
- Ort des archäologischen Erbes (Geschichts- und Archivfunktion): Der Boden ist einerseits Bewahrer der archäologischen Funde und Befunde und andererseits ist der Boden und dessen Merkmale selber Teil des archäologischen Befundes.
- Der Boden ist die tragende Unterlage für Bauten bzw. Fahrbahn für land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge und Geräte; ist Ausgleichskörper im Wasser-, Luft und Wärmehaushalt und bildet die Rohstoffreserve.

¹ Tobias et. al. (1999), Physikalischer Bodenschutz - Konzept zur Umsetzung der rechtlichen Vorgaben im USG und in der VBBo. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz BGS, Dokument 9

1.3. Koordinationsbedarf

Zwischen Bodennutzung, -zustand und -veränderungen sowie den umweltrechtlichen Anforderungen an den Ressourcenschutz bestehen sehr enge Beziehungen. Die Umsetzung der rechtlichen Anforderungen erfordert daher ein hohes Mass an Abstimmung. Zum Beispiel verpflichtet das Raumplanungsrecht nach Art. 8 RPG die Behörden dazu, alle ihre raumwirksamen Tätigkeiten zu koordinieren. Diese Pflicht umfasst auch den qualitativen Bodenschutz. Die Funktion der Böden als erneuerbare Ressource im Stoffwechsel der Natur ist für die Abwägung, wo wie viel Boden wie stark beansprucht bzw. verbraucht werden soll, entscheidend: Veränderungen der ökologischen Leistungsfähigkeit der Böden sind Teil der räumlichen Entwicklung; Bodenschutzprobleme sind allein schon vom Gegenstand her räumliche Probleme.

1.4. Gesetzliche Grundlagen

Bundesrecht

Im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung fand der Bodenschutz bereits mit dem Landwirtschaftsgesetz vom 3. Oktober 1951 (LwG) Eingang ins Bundesrecht. Das Landwirtschaftsrecht hat mit dem per 1.1.1999 erfolgten Inkrafttreten des neuen Landwirtschaftsgesetzes² eine tief greifende Neuausrichtung erfahren. Erhaltung der natürlichen Grundlagen und Pflege der Kulturlandschaft gehören zu den Zielen, für deren Erreichen der Bund mit seinen Massnahmen zu sorgen hat. Die Art und Weise der Produktion soll dabei nicht nur auf den Markt ausgerichtet, sondern zugleich nachhaltig sein³. Zudem ist der Bund explizit verpflichtet, die Umwelt vor Beeinträchtigungen durch überhöhten Einsatz von Düngstoffen, Chemikalien und anderen Hilfsstoffen zu schützen (Art. 104 Abs. 3 Lit. d BV⁴). Der Bodenschutz gewinnt im Rahmen dieser Neuausrichtung zunehmend an Bedeutung. Die Erhaltung der Regenerationsfähigkeit der Umweltressourcen und der sorgsame Umgang werden damit zu einer wesentlichen Anforderung. Eine geregelte Fruchtfolge sowie eine ausgeglichene Düngerbilanz⁵ und ein geeigneter Bodenschutz⁶ sind Kriterien des ökologischen Leistungsnachweises und damit Grundvoraussetzung für die Ausrichtung von Direktzahlungen.

Der Raumplanung wurde im Raumplanungsgesetz⁷ (RPG vom 22. Juni 1979) und dessen Ausführungsverordnung⁸ (RPV vom 28. Juni 2000) die Aufgabe zugewiesen, für den quantitativen Bodenschutz zu sorgen, d.h. für die langfristige Erhaltung offener Bodenflächen. Sie setzt sich in einem

² Bundesgesetz über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz, LwG), 29. April 1998, AS 1998 3033, SR 910.1

³ Art. 104 BV, Art. 1 LwG

⁴ Vgl. dazu z.B. die Verordnung des EVD über das Inverkehrbringen von Düngern (Düngerbuch-Verordnung EVD, DüBV, SR 916.171.1

⁵ Art. 6 und Anhang Ziff. 2 der Direktzahlungsverordnung DZV sowie die besonderen Anforderungen an die biologische Landwirtschaft in Art

⁶ Art. 9 und Anhang Ziff. 5 DZV. Für die biologische Landwirtschaft kennt Art. 10 Bio-Verordnung Massnahmen, welche die Fruchtbarkeit des Bodens nicht nur zu erhalten, sondern wenn möglich auch zu steigern versuchen

⁷ Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG), 22. Juni 1979, AS 1979 1573 SR 700.1

⁸ Raumplanungsverordnung vom 28. Juni 2000 (RPV), AS 2000 2047, SR 700.1

umfassenden Sinn mit den aufkommenden räumlichen Problemen auseinander. Rechtlich ist dieser Auftrag in der Pflicht der Kantone enthalten, einen Richtplan zu erstellen (vgl. Kap. 1.5). Speziell greift die RPV die Problematik der Erhaltung ausreichender Fruchtfolgefleichen auf und widmet ihr ein eigenes Kapitel (Art. 26 ff. RPV). Ein entsprechender Sachplan (Art. 29 RPV) wurde mit Bundesratsbeschluss vom 8. April 1992 verabschiedet. Die damit bezweckte langfristige Sicherung eines Mindestumfangs von ackerfähigen Flächen impliziert auch deren Erhaltung in qualitativer Hinsicht. Damit schafft der Sachplan Fruchtfolgefleichen einen direkten Bezug zwischen raumplanerischen Flächenausscheidung und dem Schutz der Bodenfruchtbarkeit. Damit erfolgte indirekt auch eine Stärkung des qualitativen Bodenschutzes

Der Schutz des Bodens wurde ausserhalb der Landwirtschafts- und Raumplanungsgesetzgebung 1983 im Bundesgesetz über den Umweltschutz⁹ (USG) zum ersten Mal explizit verankert. Die Bestimmungen des USG wurden 1986 in der Verordnung über Schadstoffe im Boden¹⁰ (VSBo) konkretisiert. In der USG-Revision von 1997 wurden die noch fehlenden Bestimmungen im Bereich des physikalischen Bodenschutzes und der Sanierungspflicht belasteter Böden beigefügt. In der 1998 in Kraft gesetzten Verordnung über Belastungen des Bodens¹¹ (VBBo) wurden diese Neuerungen konkretisiert. Die VBBo regelt insbesondere:

- die Beobachtung und Überwachung der Böden sowie die Beurteilung von Bodenbelastungen
- die vorsorglichen Massnahmen gegen nachhaltige Bodenerosion und Bodenverdichtung
- den Umgang mit ausgehobenem Boden und
- die Massnahmen, wenn belastete Böden eine Gefahr für Mensch, Tier und Pflanze darstellen können.

Im Umweltschutzrecht finden sich ausserhalb des engeren Bodenschutzrechts auch Schutzbestimmungen in den Teilbereichen Abfall, Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe und Störfallvorsorge sowie in der Gentechnik- und im Gewässerschutzrecht. Zum Schutz des Bodens als natürliche Ressource und Lebensgrundlage stellen aber auch das Raumplanungsrecht, das Waldrecht, das Landwirtschaftsrecht, das Naturschutzrecht und die Gesetzgebungen über Jagd und Fischerei Grundlagen bereit.

Bodenschutz ist auch im Aufgabenbereich der Waldwirtschaft definiert. Der Wald erfüllt wichtige Aufgaben im Bereich des Ressourcenschutzes (unter anderem. Regulierung des Wasserangebots, Schutz vor Erosion und Degradierung, Kohlenstoffspeicher und Reinigung von Luftschadstoffen). Er wird von der Waldgesetzgebung geschützt, auf welche das Raumplanungsgesetz ausdrücklich verweist¹²; Wald ist keine Nutzungszone im raumplanerischen Sinne. Nach Art. 20 Abs. 1 des Waldgesetzes¹³ (WaG) ist der Wald so zu bewirtschaften, dass er seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann. Die Einhaltung dieses Grundsatzes wird vom Gesetz als Nachhal-

⁹ Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), 7. Oktober 1983, AS 1984 1122, SR 814.01

¹⁰ Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo), 1. September 1986, AS 1986 1147, SR 814.12

¹¹ Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo), 1. Juli 1998, AS 1998 1854, SR 814.12

¹² Art. 18 Abs. 3 RPG

¹³ Bundesgesetz über den Wald (Waldgesetz, WaG), 4. Oktober 1991, AS 1992 2521, SR 921.0

tigkeit bezeichnet und ist damit ein gelungenes Beispiel für die Verankerung des Nachhaltigkeitsprinzips in der Gesetzgebung.

Für die Archäologie sind in erster Linie die Kantone zuständig¹⁴. Archäologische Funde von wissenschaftlichem Wert gelangen in das Eigentum des Kantons, in dessen Gebiet sie gefunden worden sind¹⁵. Der Bund hat im Rahmen seiner Zuständigkeit auch die Aufgabe, die geschichtlichen Stätten und die Kulturdenkmäler des Landes zu schonen, zu schützen und ihre Erhaltung und Pflege zu fördern¹⁶. Die Bewahrung des archäologischen Erbes bzw. die archäologischen Rettungsmassnahmen werden auch gemäss der «Malta-Konvention» vorgeschrieben¹⁷. Aufgrund ihrer universellen kulturhistorischen Bedeutung laufen momentan Bestrebungen, die prähistorischen Pfahlbauten der Schweiz, Deutschlands, Österreichs, Sloweniens, Italiens und Frankreichs als UNESCO-Welterbe anzuerkennen. Der Bundesrat setzte im Jahre 2004 die "Pfahlbauten" auf die "liste indicative" und nominierte sie als mögliches Welterbe zuhanden der UNESCO.

Schliesslich verpflichtet die neue Bundesverfassung¹⁸ unter dem Titel "Nachhaltigkeit" Bund und Kantone dazu, ein dauerhaftes ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits anzustreben. Als Verfassungsprinzip ist das Nachhaltigkeitsprinzip deshalb ganz wesentlich auch Richtschnur für die Planungen, sei es im Rahmen der Abstimmung raumwirksamer Tätigkeiten, sei es im Rahmen von Güter- und Interessensabwägungen. Gibt es mehrere sinnvolle Lösungen, so wäre jene vorzuziehen, die dem Erfordernis der Nachhaltigkeit am nächsten kommt.

Kantonales Recht

Nach § 2 des Einführungsgesetzes zum Bundesgesetz über den Umweltschutz¹⁹ (EG USG) vollzieht die Baudirektion die VSBo und das Amt für Umweltschutz ist die zuständige kantonale Fachstelle, soweit keine andere Regelungen gelten. Das EG USG widmet sich im 9. Abschnitt unter § 33 und § 34 explizit dem Thema Bodenschutz. Nach § 33 sind die erforderlichen Massnahmen bei der Beobachtung einer Bodenbelastung im Landwirtschaftsgebiet im Einvernehmen mit der Volkswirtschaftsdirektion und im Wald mit der Direktion des Innern zu treffen. Nach § 34 bedürfen Terrainveränderungen ausserhalb der Bauzonen einer kantonalen Zustimmung und der Boden ist wieder so aufzubauen, dass seine Fruchtbarkeit wieder hergestellt ist. Mit dem Einbezug des physikalischen Bodenschutzes (Schutz vor Verdichtung und Erosion) in das USG bzw. die VBBo wurden Bestimmungen erlassen, deren Zuständigkeitsbereich über die Baudirektion hinausgeht. Für die Umsetzung dieser Bestimmungen ist das Amt für Umweltschutz (AfU) als Fachstelle zuständig, soweit keine anderen Regelungen gelten.

¹⁴ Art. 69 und 78 der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV), SR 101

¹⁵ Art. 724 des Schweizerischen Zivilgesetzbuchs vom 10. Dezember 1907 (ZGB), SR 210

¹⁶ Art. 1 Bst. a; Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG); SR 451

¹⁷ Art. 4-6 Europäische Konvention zum Schutz des archäologischen Erbes vom 16. Januar 1992; 27. 3. 1996 durch die Schweiz ratifiziert, SR 0.440.5

¹⁸ Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV), 18. April 1999, AS 1999 2556, SR 101

¹⁹ Einführungsgesetzes zum Bundesgesetz über den Umweltschutz (EG USG), 29. Januar 1998, BGS 811.1

Die einzelnen Zuständigkeiten der verschiedenen Direktionen (Baudirektion, Direktion des Innern, Volkswirtschaftsdirektion) bzw. deren für den Bodenschutz zuständigen Ämter, das Amt für Umweltschutz (AfU), das Kantonsforstamt (KFA), das Landwirtschaftsamt (LWA) sowie das Landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungszentrum Schluechthof (LBBZ) wurden bis anhin nicht weiter geregelt. Der Schutz archäologischer Fundstellen und der Umgang mit Bodenfunden richtet sich nach den Denkmalschutzgesetz²⁰.

1.5. Der Richtplan des Kantons Zug

Im aktuellen Richtplan des Kantons Zug²¹, der im Mai 2005 vom Bund genehmigt wurde, wird Boden als beschränkt verfügbar und als nur eingeschränkt erneuerbare Ressource beschrieben. Es werden insbesondere die Funktionen als Produktionsgrundlage, als Lebensraum, als Filter und Speicher im Stoffkreislauf sowie als Bestandteil der Landschaft hervorgehoben (Richtplankapitel L 2 zum Bodenschutz). Es wird auf die Auswirkungen von Versiegelung und Terrainveränderungen hingewiesen (Beschluss L 2.2 des Richtplantextes). Neben der fortdauernden Überwachung der Bodenqualität soll die Sicherung besonders fruchtbarer und chemisch schwach belasteter Böden für die Landwirtschaft im Zentrum stehen (Beschluss L 2.1). Weiter wird angestrebt, die Verlagerung belasteten Bodenmaterials in schwach belastete Gebiete zu verhindern und bei Terrainveränderungen soll eine umfassende Interessensabwägung sowie eine fachliche Begleitung sichergestellt werden. Neben diesem eigentlichen "Bodenkapitel", das wie erwähnt Aspekte des qualitativen Bodenschutzes beschreibt, nimmt der kantonale Richtplan verschiedene Themen des quantitativen Bodenschutzes auf. Mit den Siedlungsbegrenzungslinien soll die Siedlung im Kanton Zug langfristig begrenzt bleiben (Richtplankapitel S 2 Siedlungsbegrenzung). Weiter wurde die Frage von neuen Bauzonen nicht der Gemeinde überlassen. Der Richtplan gibt behördenverbindlich vor, wo überhaupt noch Spielraum für eine Siedlungsentwicklung denkbar ist (Richtplankapitel S 1). Insbesondere hält der Richtplan fest, dass es nur noch Einzonungen gibt, wenn verschiedene Bedingungen erfüllt sind (Beschluss S 1.2.2). Weiter sind im Teilraum 1 genügend eingezonte Arbeitszonen vorhanden. Neueinzonungen ohne einen 1:1-Abtausch sind ausgeschlossen (Beschluss S 1.3.1). Mit den Beschlüssen zu den Fruchtfolgeflächen FFF (Beschluss L 1.1) untermauert der kantonale Richtplan den Schutz der bestgeeigneten Böden der Schweiz. Die FFF²² wurden im 2007 im Sinne der Richtlinie des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)²³ überprüft (Beschluss L 1.1.3) und im Richtplan neu festgesetzt. Der Kanton Zug verfügt neu über eine Nettogesamtfläche von rund 3'227 ha Fruchtfolgeflächen, bei einem vom Bund vorgeschriebenen Kontingent von 3000 ha. Der Kanton Zug besitzt damit bei den ausgewiesenen Fruchtfolgeflächen wieder eine Reserve. Zudem stellt der Richtplan bei allen Infrastrukturvorhaben sicher, dass die Anliegen

²⁰ Gesetz über Denkmalpflege, Archäologie und Kulturgüterschutz (Denkmalschutzgesetz) vom 26. April 1990 (DMSG); BSG 423.11

²¹ Kantonaler Richtplan des Kantons Zug, beschlossen vom Kantonsrat am 28. Jan. 2004

²² Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF, Vollzugshilfe 2006, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bern

²³ 10 Jahre Sachplan Fruchtfolgeflächen: Erfahrungen der Kantone, Erwartungen an den Bund. Claude Lüscher im Auftrag des ARE, Studien, Bern, 2006

des quantitativen Bodenschutzes im Sinne eines haushälterischen Umgangs mit Boden in die jeweiligen Interessenabwägungen einfließen können. Es liegt jedoch in der Natur der Sache, dass neue politisch festgelegte Infrastrukturbauten, neue Bauzonen oder neue spezielle Zonen (z.B. für Golf, Reiten, etc.) und Anlagen absolut betrachtet, Boden vernichten. Davon betroffen sind auch die archäologischen Fundstellen (S 7.3). Dies lässt sich aber mit der heutigen gesetzlichen Vorgaben und dem Bevölkerungs- und Beschäftigtenwachstum der letzten 20 Jahre nicht vermeiden. Das Ziel der Raumplanung bleibt es, unter den gegebenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, unter Abwägung der Interessen aller Akteure, für ein zonengerechtes Bauen und für eine sparsame und nachhaltige Bodennutzung zu sorgen.

Auch zukünftig wird es im Rahmen der kantonalen Richtplanung neue Bauten und Anlagen (erwähnt sei z.B. aktuelle Strassenbauprojekte wie die Umfahrung Cham - Hünenberg oder die Tangente Zug / Baar sowie andere flächenintensive Nutzungen) sowie neue Siedlungserweiterungsgebiete zu beurteilen geben. Das Gleiche trifft für die Beurteilung von Bauten ausserhalb der Bauzone zu. Im Rahmen solcher Interessenabwägungen muss auch dem quantitativen Bodenschutz vermehrt und verstärkt Gewicht beigemessen werden. Als Grundlage dienen heute einerseits der Sachplan Fruchtfolgefleichen und andererseits die heute verfügbaren digitalen Bodenkarten des Kantons Zug.

1.6. Die Aufgaben im qualitativen Bodenschutz

Die Hauptaufgabe der Fachstelle Bodenschutz (FABO) ist der qualitative Bodenschutz, dessen Vollzug sich aus dem Bundesrecht ableitet. Daraus ergeben sich für die FABO zusammengefasst folgende Aufgaben:

- *Vorsorge: Langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Bodenfunktionen)*
Schutz des Bodens ist zuerst Vorsorge: Den Boden über einen ausgeprägt langen Zeithorizont gesund erhalten, damit er all seine Funktionen erfüllen kann.
- *Überwachung*
Veränderungen des Bodens, die ihn selbst oder andere Schutzgütern gefährden, müssen frühzeitig erkannt werden, um rechtzeitig handeln zu können. Dazu dient die Bodenüberwachung, d.h. die periodische Beurteilung der Bodenqualität. Nur wer den Boden kennt, kann ihn schützen.
- *Gefahrenabwehr: Schutz vor lästigen Einwirkungen auf andere Schutzgüter, Gesundheit von Mensch, Tier & Pflanze*
Von übermässig belastetem Boden können Gefährdungen ausgehen. In solchen Fällen muss die Gefährdung abgeschätzt werden. Je nachdem sind Massnahmen zu Gunsten von Schutzgütern wie Mensch, Tier, Pflanze oder Grundwasser zu treffen.
- *Sanierung belasteter Böden*
Übersteigen Belastungen ein bestimmtes Ausmass oder sind sie nicht mit der vorgesehenen Nutzung vereinbar, muss saniert werden. Der Boden muss ausgetauscht oder behandelt werden oder die Nutzung ist einzuschränken.

- **Öffentlichkeitsarbeit**

Die Erarbeitung von Merkblättern, Informationsmaterialien und Vollzugshilfen zur Information und Sensibilisierung der Bevölkerung zum Thema Boden und zur sachgerechten Umsetzung der rechtlichen Vorgaben für die Belange des Bodenschutzes runden das Aufgabengebiet der FABO ab.

Die nachhaltige Nutzung der lebenswichtigen Ressource Boden ist ein zentrales Anliegen, nicht nur aus der Sicht des Bodenschutzes, sondern auch aus land- und forstwirtschaftlicher Sicht. Die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit ist nur möglich, wenn das natürliche Potenzial des Bodens nicht überbeansprucht wird. Die Bewirtschaftung des Bodens ist deshalb auf die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit auszurichten. Ziel ist ein planerisch-nachhaltiger Umgang mit Bodenqualität, weshalb die Bedürfnisse des Bodenschutzes auch in die Raumplanung integriert werden sollen: Ziel ist ein planerisch-nachhaltiger Umgang mit Bodenqualität²⁴.

1.7. Stellenwert des Bodenschutzes heute

Lange Zeit wurde dem Schutz des Bodens kaum Gewicht beigemessen. Als jüngste Umweltdisziplin wurde dem Bodenschutz beispielsweise erst lange nach dem Gewässerschutz und der Luftreinhaltung den nötigen Platz eingeräumt. Dass der Bodenschutz verdient, ist heute politisch einigermaßen anerkannt und das Verständnis der Bevölkerung für den Bodenschutz wächst, ist jedoch noch nicht überall selbstverständlich. Die gesetzliche Basis ist weitgehend geschaffen und die Wissenschaft stellt neue Erkenntnisse zur Verfügung. Die Vollzugsbehörden kennen viele konkrete Probleme und konnten praktische Erfahrungen sammeln bei deren Lösung. Die verfügbaren finanziellen und personellen Mittel sind jedoch nach wie vor äusserst knapp. Vor diesem Hintergrund ist der Bodenschutz durch eine intensivere Öffentlichkeitsarbeit in der Bevölkerung und Politik weiter zu verankern, die Handlungsschwerpunkte festzulegen und die finanziellen und personellen Mittel darauf auszurichten.

1.8. Zustand der Böden in der Schweiz

Der im 2007 erschienene Bericht „Umwelt Schweiz 2007“²⁵ gibt einen systematischen Überblick über den Zustand, ihre Entwicklung, Trends und Perspektiven der Umwelt in der Schweiz. Für den Bereich Boden werden folgende Kernaussagen gemacht:

- Der Boden ist eine nicht erneuerbare, begrenzte Ressource. Jeden Tag gehen in der Schweiz 11 Hektaren Kulturland verloren. Das sind im Durchschnitt knapp 1.3 Quadratmeter pro Sekunde.
- Es gibt praktisch keine unbelasteten Böden mehr. 1 % des Bodens ist stark, 9 % sind mittel und 90 % schwach belastet.

²⁴ vgl. Ressourcenplan Boden, BAFU, 2006. Bearbeitet von E. Hepperle und Th. Stoll, ITÖ. ETH Zürich

²⁵ Der Bericht zieht Bilanz über die Massnahmen der vergangenen Jahre sowie über das Verhältnis zwischen Umwelt und menschlichen Aktivitäten. Er ist vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) und vom Bundesamt für Statistik (BFS) gemeinsam erarbeitet worden.

- Hingegen sind die zur Reduktion der physikalischen Bodenbelastungen vorgesehenen Massnahmen - namentlich gegen Erosion, Bodenverdichtung und Terrainveränderungen - systematischer umzusetzen.

Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum, Bautätigkeit, Verkehr, Freizeitaktivitäten, Rationalisierung in der Landwirtschaft etc. beanspruchen den Boden mehr als zuvor. Die Flächen werden von Wohnhäusern, Verkehrsinfrastrukturen, Einkaufszentren, Freizeit- und Sportanlagen, Industrie- und Gewerbebetrieben beansprucht, und dies vor allem im Mittelland, wo die produktivsten Böden vorkommen. Gleichzeitig werden als Folge des Rationalisierungsdruckes die in der Forst- und Landwirtschaft verwendeten Zug- und Erntemaschinen immer schwerer. In den letzten zwei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts gingen gemäss Arealstatistik²⁶ in der Schweiz jeden Tag 11 Hektaren Kulturland verloren. Das sind knapp 1.3 m² pro Sekunde. Rund zwei Drittel davon werden, hauptsächlich im Mittelland, als neue Siedlungs- und Infrastrukturf Flächen genutzt. Beim Rest handelt es sich grösstenteils um aufgegebene Wiesen und Weiden, auf denen allmählich Wald aufkommt. Im Mittelland und in den Alpentälern beanspruchen Wohnhäuser und Verkehrsinfrastrukturen, Einkaufszentren, Industrie- und Gewerbebetriebe die wenigen verbleibenden Flächen und machen sich vor allem an besten Lagen die Böden streitig - dies zu Lasten des Kulturlandes. So belief sich in den 1980er- und 1990er-Jahren der Rückgang des Kulturlandes im Dauersiedlungsgebiet auf über 300 km², was knapp der 8fachen Fläche des Zugersees entspricht. Davon wurden gut 94 % für Siedlungszwecke umgenutzt. Sollten sich die Entwicklungstrends des Flächenverbrauchs der 1980er- und 1990er-Jahre im gleichen Mass fortsetzen, so dürfte der Vorrat an Kulturland im Landesdurchschnitt in etwa 370 Jahren erschöpft sein. Auf der Alpensüdflanke wäre dies sogar bereits in etwa 100 Jahren der Fall.

Nicht minder dramatisch ist der Umfang der qualitativen Beeinträchtigungen. Zustand und Entwicklung der frei bleibenden Böden werden umso bedeutender, je grösser der Kulturlandverlust ist. Durch die verstärkte Beanspruchung der Böden verlieren diese allmählich ihre Funktion als Pflanzenstandort, Grundwasserfilter, Abbaureaktor von Schadstoffen und Lebensraum (Kap. 1.2). Die Gefährdung der Böden durch Bodenverdichtung nimmt schweizweit tendenziell zu. Durch den Einsatz von immer schwereren und teilweise unsachgemäss eingesetzten Maschinen in der Bau-, Forst- und Landwirtschaft können Bodenverdichtungen verursacht werden. Das flächenmässige Ausmass der Bodenverdichtung ist noch nicht bezifferbar, da Methoden zur Messung und Beurteilung erst in der Erprobungsphase stehen. Ein weiteres Problem ist die Bedrohung von Ackerböden in Hanglagen mit geringer Pflanzenbedeckung mit Erosion. Betroffen sind schätzungsweise 20 % der Ackerfläche in der Schweiz. Bei starken Niederschlägen können aus einer Hektare Ackerbodens bis zu 50 Tonnen Feinerde abgeschwemmt werden. Das entspricht einer bis zu 5 mm hohen Bodenschicht. Ein weiteres Bodenschutzproblem sind nicht fachgerecht ausgeführte Terrainveränderungen oder wilde Geländeauffüllungen in der Landwirtschaft. Sie werden oft unter dem Vorwand einer besseren maschinellen Bewirtschaftung vorgenommen. In Wirklichkeit können Bauunternehmen - im Einverständnis mit den Landwirten - auf diesem Wege Bauabfälle oder Bauaushub ohne Qualitätskontrolle entsorgen. Die Erstellung von Energieleitungen und Verkehrsträgern sowie

²⁶ Bundesamt für Statistik, Arealstatistik, 2001

von Hochbauten ist ebenfalls mit physikalischen Belastungen verbunden. Diese können beim Befahren der Baustelle, beim Abtransport von Baumaterial, bei der Zwischenlagerung und der Verwertung von Erdmaterial sowie beim Umgang mit den zeitweilig durch Bauinstallationen und Baupisten belegten Böden entstehen.

Das anhaltende Wachstum von Bevölkerung und Wirtschaft bzw. die hohe Bautätigkeit beanspruchen viel Boden. Daraus resultiert auch eine umfassende Zerstörung des archäologischen Erbes im Boden. Aber auch landwirtschaftliche Arbeiten, die Trockenlegung von Feuchtgebieten, der Abbau von Kies und natürliche Erosionsvorgänge führen zu nachhaltigen Bodenveränderungen und zu einer permanenten Zerstörung von Fundstellen. Angesichts dieses grossen Veränderungsdrucks und der aktuellen Schnelligkeit gilt es, nicht nur zum Boden, sondern auch zu dem darin eingeschlossenen archäologischen Erbe als solches Sorge zu tragen.

Nach nationalen und kantonalen Erhebungen zu chemischen Schadstoffen an rund 14'000 Standorten²⁷ werden die meisten Schadstoffe im Boden zurückgehalten und reichern sich dort über Jahrzehnte an. Völlig unbelastete Böden gibt es in der Schweiz nicht mehr. Rund 90 % des Bodens sind als schwach, 9 % als mittel und 1 % als stark belastet einzustufen. Am stärksten verschmutzt sind Siedlungsflächen (Gärten, Parks und Grünanlagen). Ebenfalls hoch sind die Bodenbelastungen im Nahbereich von Strassen, korrosionsgeschützten Metallkonstruktionen (beispielsweise Masten und Brücken), Metall verarbeitenden Fabriken und Schiessanlagen, sowie in landwirtschaftlichen Spezialkulturen (beispielsweise Rebberge). Die höchsten chemischen Belastungen werden bei den Schwermetallen Blei, Kupfer, Zink und Cadmium gemessen, steigend ist die Belastung durch organische Schadstoffe, wie beispielsweise Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), die bei jeder Verbrennung freigesetzt werden. Niedrig ist hingegen die Dioxin-Belastung der Schweizer Böden. Ein wesentlicher Teil dieser chemischen Substanzen in den Böden hat ihren Ursprung in wirtschaftlichen Aktivitäten der vergangenen Jahrzehnte: Diese Schadstoffe stammen aus der Zeit des bleihaltigen Benzins, der filterlosen Abluftkamine, der stark schwermetallhaltigen Korrosionsschutzanstriche oder der grossflächigen Ausbringung von Klärschlamm und Kehrriechkompost in der Landwirtschaft. Alle diese Stoffe lagerten sich in den Böden ab und reicherten sich im Laufe der Jahre darin an.

Biologische Bodenbelastungen könnten auf gentechnisch veränderte, krankheitserregende oder standortfremde, meist eingeschleppte Organismen zurückzuführen sein. Diese Art von Bodengefährdung ist noch relativ gering, muss jedoch aufgrund der zunehmenden Globalisierung im Auge behalten werden.

1.9. Zustand der Böden im Kanton Zug

Aufgrund fehlender Untersuchungen und Gefährdungsabschätzungen sind im Allgemeinen praktisch keine gesicherten Aussagen zum Zustand des Bodens im Kanton Zug möglich. Wie viel Pro-

²⁷ BAFU/BLW (2006). Anorganische Schadstoffgehalte in Böden der Schweiz und Veränderungen nach 10 Jahren. Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung 1985-1999, Bern

zent der Zuger Böden heute noch als unbelastet gelten, kann deshalb nicht beziffert werden. Untersuchungen in den frühen 1990er Jahren im Rahmen der kantonalen Bodenbeobachtung (Kap. 4.2) KABO²⁸ haben jedoch gezeigt, dass alle Zuger Böden Menschen verursachte Schwermetallbelastungen aufweisen. Die Schwermetallbelastungen im Kanton Zug lagen im Schweizer Durchschnitt. Im Oberboden wurden Anreicherungen von den Schwermetallen Blei, Kupfer, Zink und Cadmium festgestellt. Als Hauptschadstoffquellen wurden im Kanton Zug einerseits Luftschadstoffe aus Feuerungen und Verkehr und andererseits der Stoffeintrag aus der Landwirtschaft (Dünger, Klärschlamm) identifiziert. Dies deckt sich weitgehend mit den Untersuchungen aus der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) und den KABO anderer Kantone (Kap. 1.8). Wenn man die Ergebnisse der NABO-Untersuchungen²⁹ heute auf die Zuger Böden überträgt, ist auch bei uns mit einer schleichenden Anreicherung von Schwermetallen in Landwirtschaftsböden zu rechnen, dies obwohl in den letzten Jahren der Eintrag von Schwermetallen in Landwirtschaftsböden abgenommen hat. Für diesen Rückgang zeichnen vor allem die Massnahmen in der Luftreinhaltung verantwortlich, wie etwa die vollständige Eliminierung von bleihaltigem Benzin, aber beispielsweise auch das Verbot, Klärschlamm auf die Felder auszubringen. Der sparsamere Einsatz von Mineraldüngern in der Landwirtschaft wirkt sich offenbar ebenfalls positiv aus. Als problematisch könnten sich die Akkumulationsraten für Kupfer und Zink herausstellen, da diese Schwermetallbelastungen in vielen Böden schon heute deutlich über der Hälfte des Richtwertes liegen. Aufgrund Untersuchungen in anderen Kantonen (z.B. SG, UR, ZH) finden sich die über dem Richtwert liegenden Belastungen in klar definierten Belastungsgebieten entlang von stark befahrenen Verkehrsträgern wie Strassen und Schienen, in Kugelfängen von Schiessanlagen, in Siedlungsgebieten, in Haus- und Familiengärten sowie bei Hochspannungsmasten und Brücken, wo früher Korrosionsschutzarbeiten ausgeführt wurden.

Sorgen bereitet zudem die zunehmende Versauerung der Waldböden, dies vorwiegend infolge von hohen Stickstoffeinträgen aus der Landwirtschaft und dem Verkehr. Laut Meteotest-Bericht Stickstoff-Einträge im Gebiet der ZUDK aus dem Jahr 2005³⁰ ist der Stickstoffeintrag heute die wichtigste Ursache für die Bodenversauerung, dies weil Stickstoffverbindungen über grosse Strecken verfrachtet und ausserhalb der Entstehungsgebiete eingetragen werden. Die Quellengruppen Verkehr, Industrie/Gewerbe, Haushalte und Landwirtschaft tragen in unterschiedlichem Ausmass zu den gesamtschweizerischen Emissionen dieser Luftschadstoffe bei. Im Jahr 2000 war bei den Stickoxiden (NO_x) die Hauptquelle der Verkehr (58 %), beim Ammoniak (NH₃) die Landwirtschaft (93 %). Insgesamt wurden 77'200 Tonnen Stickstoff (NO_x und NH₃) pro Jahr ausgestossen, 59 % davon von der Landwirtschaft, 27 % vom Verkehr, 11 % von der Gruppe Industrie/Gewerbe und 3 % von den Haushalten. Mittel- bis langfristig kann dies zu ernsthaften ökologischen Problemen für die Zuger Wälder führen. Dies verdeutlicht auch der Waldschadenbericht des Instituts für angewandte Pflanzenbiologie (IAP) Schönenbuch aus dem Jahr 2005³¹. Im Rahmen eines interkantonalen

²⁸ Bodenqualität im Kanton Zug, Blickpunkt Umwelt Nr. 13, 1995 vom AfU ZG und KABO-Berichte im Auftrag des AfU ZG, 1992, 1994

²⁹ NABO, Schwermetalle in Landwirtschaftsböden, Bern, 2003

³⁰ Meteotest, Stickstoff-Einträge im Gebiet der ZUDK. Modellresultate und Karten. Version 0.2. Datenstand Mai 2005

³¹ Institut für Angewandte Pflanzenbiologie (IAP), Wie geht es unserem Wald? Ergebnisse aus Dauerbeobachtungsflächen von 1984 bis 2004, Bericht 2

Walddauerbeobachtungsprogramms legte das IAP während 20 Jahren Messreihen an, welche die Veränderungen der Lebensbedingungen der Waldbäume aufzeigen. Der Kanton Zug ist in der glücklichen Lage, praktisch von Beginn weg im Langzeitprogramm des IAP mitzuwirken. Es liegen lange Datenreihen vor, die auch im internationalen Vergleich einmalig sind. Laut IAP-Bericht sind 90 % der Waldstandorte mit übermässigen Stickstoffeinträgen belastet. Die Folge davon ist, dass bereits ca. ein Drittel aller Untersuchungsflächen eine Versauerung aufweisen. Die stetige Bodenversauerung (bzw. abnehmende Basensättigung) führt dann zunehmend zur Mobilisierung von Schwermetallen in Waldböden, was sich bei vielen Standorten an Nährstoffungleichgewichte bzw. Nährstoffunterversorgung von Phosphor und Magnesium zeigt. Durch die hohen Stickstoffeinträge besteht auch die konkrete Gefahr der Eutrophierung von Hoch- und Flachmooren. Die genauere Betrachtung einzelner Untersuchungsergebnisse und Schlussfolgerungen des IAP-Berichtes verdeutlicht die Komplexität der Systemvernetzungen Boden - Luft - Wasser und der daraus resultierenden Probleme.

Das flächenmässige Ausmass der Bodenerosion -und verdichtung ist ebenfalls nicht bezifferbar, da standardmässige Methoden zur Messung und Beurteilung landesweit erst in der Erprobungsphase stehen. Die Erosion im Ackerbau stellt im Kanton Zug kein vorrangiges Problem dar, da aus marktwirtschaftlichen Gründen der Ackerbau heute fast ausschliesslich auf die Lorzen- und Reusebene begrenzt ist. Die ackerbauliche Bewirtschaftung in Hanglagen, die nachweislich zu Erosion führen kann, ist nur punktuell von Bedeutung (z.B. Aberen in Baar). Im Kanton Zug spielt allenfalls die innere Erosion (Verschlammung) der jungen Alluvialböden im Gebiet zwischen Lorzen- und Reusebene eine gewisse Rolle. Es gibt jedoch auch hier keine systematische Untersuchungen sondern nur Feldbeobachtungen zum Thema Erosionsrisiko, die diese Aussage bestätigen könnte. Alpwirtschaftliche Nutzungen oder Veränderungen in der Bewirtschaftung können sich auch auf die Erosionsgefährdung auswirken. Im Unterschied zur potenziellen Erosionsgefährdung aufgrund von natürlichen Voraussetzungen ist hier von einer Erosionsgefährdung aufgrund der Nutzung zu sprechen. Es wird angenommen, dass die Erosionsproblematik in der voralpinen Hügelzone des Kantons Zug eher marginal und daher vorläufig nicht von gravierendem Ausmass ist. Mit einer korrekten Weideführung sind die Erosionsschäden in den meisten Fällen zu vermeiden.

1.10. Mögliche Gefahren für die Zuger Böden

Zusammen mit den Erkenntnissen aus landesweiten Untersuchungen (Kap. 1.8) ergeben sich nachstehend folgende Gefahren für die Böden des Kantons Zug. Es handelt sich dabei um eine erste Einschätzung gemäss allgemeinen Entwicklungstrends, die national beobachtet werden können und dem aktuellem Stand des Bodenschutzes im Kanton Zug entsprechen:

- Der Stoffeintrag aus Landwirtschaft und Verkehr über die Luft hat sich zwar weitgehend stabilisiert, stellt aber nach wie vor eine der grössten Gefahren für die Zuger Böden dar. Durch hohe Stickstoffeinträge ist in empfindlichen Ökosystemen wie Wald- oder Moorböden mit einer erheblichen Versauerung festzustellen.
- Die unkontrollierte Verschiebung von belastetem Bodenmaterial auf landwirtschaftliche und forstliche Flächen führt zu Belastungen von bisher unbelasteten Böden.

- Der Bodenverlust durch Versiegelung infolge starker Bautätigkeit ist bedeutungsvoll (quantitativer Bodenschutz)³².
- Über die chemischen Bodenbelastungen sind nur Kenntnisse aus der Erstuntersuchung KABO aus den frühen 1990er Jahren vorhanden und somit nicht mehr aktuell.
- Über die physikalischen und biologischen Bodenbelastungen im Kanton Zug sind überhaupt keine Kenntnisse vorhanden, da bei den damaligen KABO-Untersuchungen, noch keine derartigen Bodenparameter erhoben wurden bzw. erst ungenügende Kenntnisse über deren Erhebung vorlagen.

Aufgrund des in Kap. 1.9 beschriebenen Zustands des Bodens im Kanton Zug besteht über das aktuelle Ausmass der Bodenbelastungen im Kanton Zug generell eine grosse Ungewissheit. Die hier für den Kanton Zug dargestellten möglichen Gefahren für die Zuger Böden sind deshalb zusammen mit dem in Kap. 4 beschriebenen Stand des Bodenschutzes im Kanton Zug kritisch zur Kenntnis zu nehmen und dürfen keinesfalls mit vorhandenen Untersuchungen gleichgesetzt werden.

³² Bodennutzung im Wandel, Arealstatistik Schweiz 1979/85, 1992/97, BFS, 2001

2. Bodenschutz auf Kantons- und Bundesebene

Bodenschutz wird auf Stufe Bund von verschiedenen Bundesämtern und auf Stufe Kanton in den meisten Fällen von den jeweiligen Fachstellen Bodenschutz (FABO) betrieben. Als spät anerkannte Umweltdisziplin hat der praktische Bodenschutz in etlichen Kantonen einen relativ schweren Stand. Häufig stehen die personellen und finanziellen Engpässe der Fachstellen in deutlichem Widerspruch zur Vielfalt der aufwändigen Vollzugsaufgaben. Wie der Vollzug des Bodenschutzes, auf Kantons- und Bundesübergreifender Ebene aussieht, wird nachstehend aufgezeigt.

2.1. Aufgabenteilung zwischen Bund, Kanton und Gemeinden

Die Hauptaufgaben des Bundes beim Vollzug sind es, die Grundlagen und Vollzugshilfen bereit zu stellen, den Bodenschutz bei der Erfüllung anderer Bundesaufgaben sicher zu stellen sowie die Bestrebungen der Kantone zum Bodenschutz zu koordinieren. Daneben verfügt er über ein gesamtschweizerisches Messnetz (NABO) zur Beobachtung der Hintergrundbelastung des Bodens, das von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau betrieben wird. Die Resultate werden veröffentlicht und dienen so auch den Kantonen beim Vollzug.

Der Kanton selbst hat dann für eine eingehende Beobachtung des Bodens zu sorgen, wenn zu vermuten ist, dass Schadstoffe im Boden die Bodenfruchtbarkeit gefährden könnten. Die Beurteilung erfolgt auf Grund der Richt-, Prüf- und Sanierungswerte der VBBo. Sind die Richtwerte in einem Gebiet überschritten oder steigt in einem Gebiet die Belastung an, so ist es Aufgabe des Kantons, die Schadstoffquellen zu ermitteln. Sodann ist abzuklären, ob der Verursacher die umweltrechtlichen Vorschriften des Bundes und des Kantons eingehalten hat. Genügen die gesetzlichen Massnahmen nicht, so hat der Kanton weitergehende Massnahmen (zum Beispiel Nutzungseinschränkungen) nach Art. 34 USG anzuordnen. Weiter geht es darum, bei Überschreitung der Prüfwerte Gefährdungsabschätzungen durchzuführen und allfällige erforderliche Massnahmen durchzusetzen (meist in Zusammenarbeit mit weiteren Amtsstellen z.B. kantonales Labor und LBBZ). Bei Überschreiten der Sanierungswerte sind Nutzungseinschränkungen bzw. Sanierungen vorgegeben.

Der Kanton ist bei der Erfüllung der Aufgaben auf die Mitarbeit der Gemeinden angewiesen, da diese mit den lokalen Gegebenheiten besser vertraut sind. Im Bereich des qualitativen Bodenschutzes helfen die Gemeinden im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens mit, Verschleppungen von belastetem Bodenmaterial auf gesunde Böden zu vermeiden. Die dafür benötigten Grundlagen werden im Kanton Zug den Gemeinden im "Handbuch für Baustellen"³³ zur Verfügung gestellt. Es liegt zum grossen Teil auch in den Händen der Gemeinden, im Rahmen ihrer Zuständigkeiten in Nutzungs-, Planungs- und Baubewilligungsentscheiden für einen schonenden und möglichst sparsamen Umgang mit ihrem Kulturland zu sorgen.

³³ Das "Handbuch für Baustellen" wurde in Zusammenarbeit mit den Gemeinden vom Amt für Umweltschutz erarbeitet.

2.2. Bodenschutz in den Kantonen

Aus dem vorstehenden Kapitel ist ersichtlich, dass der Vollzug des Bodenschutzes trotz Aufgabenteilung weitgehend in den Händen der Kantone liegt. In den einzelnen Kantonen wird der Bodenschutz finanziell und personell ganz unterschiedlich gewichtet. Während einige grössere Kantone über gut dotierte Fachstellen verfügen, versuchen andere, kleinere ihre Aufgaben mit weniger als einer Etatstelle zu erfüllen. Viele Kantone haben den Bodenschutz in Form einer eigentlichen Fachstelle Bodenschutz (FABO) dem Umwelt- oder Gewässerschutzamt angegliedert (z.B. AG, BL, FR, LU, NW, SO, SG, TG, ZG), wo sie den qualitativen Bodenschutz wahrnehmen (Kap. 1.6). Bei einigen wenigen Kantonen wurde er thematisch getrennt sowohl dem Landwirtschafts- wie auch Umweltamt zugeteilt (z.B. BE, OW, SZ).

Die kantonalen Bodenschutzfachstellen stehen heute mittlerweile seit fast 20 Jahren im Einsatz und haben unterschiedlich auf die Herausforderungen der neuen Bodenschutzgesetzgebung reagiert. Generell sind im Vollzug des Bodenschutzes aufgrund unterschiedlich vorhandener Problematiken und Ressourcen grosse Unterschiede je nach Grösse der Kantone auszumachen. Einige wenige Kantone verfügen über ein Bodenschutzkonzept, mit dem die Aufgaben der Fachstellen bzw. der Kantone im Bodenschutz konkretisiert werden. Bei den an den Kanton Zug grenzenden Kantonen verfügt bis auf den Kanton Luzern (1993) kein anderer Kanton über ein umfassendes Bodenschutzkonzept. Schweizweit verfügen lediglich die Kantone Solothurn (1992), Uri (2000), Fribourg (2002) und St. Gallen (2006) über ein so genanntes Bodenschutzkonzept. Allen Konzepten gemeinsam, wie welche Bodenschutzaufgaben mit welchen Mitteln angegangen werden.

2.3. Bodenschutzkonzept der Schweiz

Der Boden kann dauerhaften Schaden sowohl durch den Eintrag von Schadstoffen via Luft, Wasser und Abfällen als auch durch mechanische Einwirkungen z.B. durch Verdichtung erleiden. Deshalb begrenzen gesamtschweizerische Massnahmen vorsorglich den Eintrag von Schadstoffen und Organismen in den Boden, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhalten. Damit wird die qualitative Erhaltung der Eigenschaften natürlicher Böden geregelt. Der Umweltgesetzgebung liegt das Konzept zu Grunde, dass der Bodenschutz nicht durch Massnahmen am Boden selbst, sondern nur durch eine möglichst weitgehende und vorsorgliche Begrenzung der Einträge von Schadstoffen zu verwirklichen ist. Vorab in den Bereichen Luftreinhaltung, Stoffe und Abfälle sind folglich Vorsorgemassnahmen zu treffen. Die Pflicht zur Vorsorge ist von ausschlaggebender Bedeutung, weil im Gegensatz zu anderen Umweltmedien eine vollständige Behebung einmal eingetretener Schäden beim Boden fast nicht möglich oder nur unter sehr grossem Aufwand möglich ist. Bodenbelastungen sollten folglich gar nicht erst eintreten.

Abbildung 1: System der Richt-, Prüf- und Sanierungswerte nach dem Bodenschutzkonzept der Schweiz



Das vierstufige Konzept sieht als erste Stufe eine vorsorgliche Emissionsbegrenzung durch das Bundesrecht vor, als zweite Stufe eine weitergehende Emissionsbegrenzung durch die Kantone (Richtwert überschritten), als dritte Stufe die Nutzungsbeschränkung, ev. Sanierung (mögliche Gefährdung ab Prüfwert) und als vierte Stufe ein Nutzungsverbot und Sanierung (tatsächliche Gefährdung ab Sanierungswert) vor. Werden Richtwerte überschritten, ermitteln die Kantone die Ursachen der Belastung und treffen nötigenfalls weitergehende Massnahmen, um einen weiteren Anstieg der Belastung zu verhindern (Art. 8 VBBö). Werden Prüfwerte überschritten, so prüfen die Kantone, ob die Belastung des Bodens eine mögliche Gefährdung darstellt. Ist dies der Fall, so schränken sie die Nutzung des Bodens so weit ein, als dies zur Beseitigung der konkreten Gefährdung erforderlich ist (Art. 9 VBBö). Werden Sanierungswerte überschritten, so verbieten die Kantone die davon betroffenen Nutzungen und ordnen entsprechende Sanierungsmassnahmen an (Art. 10 VBBö). Die Umsetzung dieses Konzeptes bedingt zuverlässige Kenntnisse der Belastungssituation der Böden. Dies erfordert eine regelmässige Beobachtung und Überwachung der Böden durch Bund und Kantone. Die erhobenen Daten dienen überdies der Erfolgskontrolle der angeordneten Massnahmen.

2.4. Bodenschutz Schweiz - Ein Leitbild

Im neusten Leitbild zum Bodenschutz vom Dezember 2007 stellt das BAFU fest, dass der Bodenschutz heute aufgrund seiner gesetzlichen Grundlage zwar politisch anerkannt und das Verständnis der Bevölkerung für den Bodenschutz am Wachsen ist, dass es aber noch viel zu tun gibt.

Nach dem Kurzportrait des Bodens und einer Beschreibung der Gefährdungen des Bodens werden zehn Eckpunkte für den Bodenschutz des nächsten Jahrzehnts postuliert:

- Voraussetzung für einen verantwortlichen Umgang mit Boden ist das Wissen um seine zentrale Stellung im Naturhaushalt und seine Verletzlichkeit.
- Der fruchtbare Boden muss - unabhängig von seiner Nutzung - vorsorglich gegen chemische, biologische und physikalische Belastungen geschützt werden.
- Ein wirkungsvoller und kostengünstiger Bodenschutz bedarf einer koordinierten, teilweise langfristige angelegten Bodenbeobachtung und -überwachung.
- Der Boden erbringt im Naturhaushalt lebenswichtige Leistungen. Deswegen darf er bezüglich Fläche, Menge und Qualität nur nachhaltig, schonend und sparsam genutzt werden.
- Boden ist wie Wasser, Luft und Wald ein Allgemeingut, das vom jeweiligen Besitzer zwar genutzt, aber nicht zerstört werden darf. Wer Boden nutzt, ist demnach auch für dessen Schutz verantwortlich.
- Die Integrität des Bodens muss durch rechtlich normative Normen gesichert werden.
- Der Schutz des Bodens ist als Gesellschaftsauftrag anerkannt. Um diesen zeitgerecht und wirkungsvoll erfüllen zu können, müssen die erforderlichen institutionellen Voraussetzungen eines unabhängigen Bodenschutzes verbessert und seine finanziellen und personellen Ressourcen verstärkt werden.
- Der Bodenschutz muss von allen Bodenschutzakteuren gemeinsam und gleichgerichtet vollzogen werden. Eine enge Vernetzung ist unentbehrlich. Doppelspurigkeiten sind durch fallweise Zuteilung der Federführung zu vermeiden.
- Besonders wichtige Partner des Bodenschutzes sind die Raumplanung, die Landwirtschaft und die Forstwirtschaft. Die Zusammenarbeit mit ihnen muss intensiviert und gepflegt werden.

2.5. Bodenkonzep für die Landwirtschaft in der Schweiz

Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) hat in Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) und der Forschungsanstalt Changins-Nyon (RAC) ein Bodenkonzep entworfen, mit dem Ziel, die Bodenfruchtbarkeit landwirtschaftlich genutzter Böden langfristig zu erhalten³⁴. Auf seiner Grundlage sollten die Wirkungen der Agrarpolitik und der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf den Boden untersucht und geeignete Massnahmen veranlasst werden. In mehreren Schritten werden Funktionen und Eigenschaften von Böden definiert, deren Veränderungen beschrieben und die Möglichkeit von Beeinträchtigungen des Bodens sowie deren Behebung beurteilt. Ziel ist die Bewertung von Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen aufgrund von Veränderungen der Bodeneigenschaften. Die Studie kommt zum Schluss, dass unter Einhaltung gesetzlicher Anforderungen beim heutigen Stand der Technik praktisch alle Bodenei-

³⁴ T. Candidas et al. (2002), Bodenkonzep. In der Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik wird die langfristige Sicherstellung der Ertragsfähigkeit des Bodens als Handlungsfeld bezeichnet, wo die Anstrengungen zu verstärken sind (Botschaft Agrarpolitik 2007 S. 4773).

genschaften Schädigungen ausgesetzt sein können. Es wird darauf hingewiesen, dass aber auch ein Potenzial besteht, bestehende Bodenschäden wieder wettzumachen beziehungsweise vorsorglich zu vermeiden, wenn der Boden konsequent schonend bearbeitet wird. Als am schlechtesten regenerierbare Schädigungen werden Erosion, Verdichtung des Unterbodens sowie Belastung mit persistenten Stoffen identifiziert. Sie werden als dringendste Probleme definiert.

2.6. Bodenschutz im Waldprogramm Schweiz

Der Schutz der Waldböden, Bäumen und Trinkwasser ist eines der fünf prioritären Ziele des Waldprogramms Schweiz (WAP-CH). Das WAP-CH wurde im Januar 2004 vom BUWAL veröffentlicht. Das mittelfristig angestrebte Ziel erscheint in dieser Beziehung sehr ehrgeizig: "Waldböden, Bäume und Trinkwasser sind durch Stoffeinträge, unsachgemässe Bewirtschaftung und entsprechende physikalische Einwirkungen nicht gefährdet." Um dies zu gewährleisten, sollen sensitive und belastete Standorte sowie die Bodenverdichtung erfasst werden. Es sollen Grundlagen und Zielvereinbarungen zu ihrer speziellen Bewirtschaftung geschaffen und falls notwendig Massnahmen zur Verbesserung verdichteter Böden ergriffen werden. Für die Bodenschutzmassnahmen im Wald rechnet das BAFU, gemäss WAP-CH mit einem jährlichen Aufwand von rund einer Mio. Franken. Das WAP-CH birgt andererseits mit der Möglichkeit der Liberalisierung der Waldwirtschaft (Reduktion der staatlichen Kontrolle, freiere Hand bei der Holznutzung) auch Gefahren für die Waldökologie und den Waldboden³⁵. Ebenfalls bedrohlich und dringend ist die Reduktion der zunehmenden Waldbodenversauerung als Folge der übermässigen Stickstoffbelastung aus der Luft (verursacht durch die Landwirtschaft und den Verkehr, die zusammen 85 % der gesamten Stickstoffemissionen ausmachen).

2.7. Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz NUS

Das „Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz NUS“ umfasst (gestützt auf die Ergebnisse des Vorläuferprojektes Netzwerk Umweltdaten Schweiz NUD-CH³⁶) alle Prozesse, Vereinbarungen und technischen Einrichtungen zum Aufbau, Betrieb und zur periodischen Erneuerung einer gesamtschweizerisch kohärenten, bedarfsgerechten Datengrundlage zur Bereitstellung von Umweltinformationen. Über die Zusammenarbeit in der Umweltbeobachtung und die Gründung des NUS existiert eine partnerschaftliche Rahmenvereinbarung zwischen BAFU, KVV³⁷, KOK³⁸ und KBNL³⁹, aus der hervorgeht, dass die verschiedenen staatlichen Ebenen im Bereich Umweltbeobachtung als strategisch wichtig erachtet werden. Durch die intensive Zusammenarbeit sollen die Kohärenz, die Effektivität und die Effizienz in der Umweltbeobachtung erhöht werden. Dadurch wird die Umwelt-

³⁵ BUWAL (2004), Waldprogramm Schweiz, WAP-CH, S. 30, 33 und 44

³⁶ Bereich Boden: Aussagenliste zu den Resultaten des Netzwerks Umweltdaten Schweiz NUD-CH als Basis für das weiterführende Projekt Netzwerk Umweltbeobachtung (NUS-CH)

³⁷ Konferenz der kantonalen Umweltamtstellen

³⁸ Konferenz der Kantonsförster

³⁹ Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz

beobachtung zur Basis für eine gesamtschweizerische Koordination von Umweltmassnahmen. Die entsprechende Rahmenvereinbarung wurde vom Kanton Zug am 6. Juli 2007 unterzeichnet.

Für den Sachbereich Boden wurden im Vorläuferprojekt NUD-CH als Aussagen von Relevanz, Informationen zu Bodenproblemen formuliert, die durch möglichst einfache und gut verständliche Parameter beschrieben werden können. Hierbei erwähnenswert ist die Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen gibt es eine bei der Beschaffung einzelner Parameter. So betreibt beispielsweise das BAFU das nationale Referenznetz NABO (Nationale Bodenbeobachtung), womit das langfristige Monitoring auf Landesebene sichergestellt werden soll. In den Vollzugsbereich der Kantone fällt die Aufgabe, erwartete oder fest stehende Belastungen des Bodens, die Bodenfruchtbarkeit in einem Gebiet gefährden, zu überwachen.

2.8. Bodenschutz in der Archäologie

Archäologische Bodendenkmäler werden gepflegt, wissenschaftlich erforscht und in ihrem Bestand gesichert⁴⁰. Denkmäler, an deren Schutz ein sehr hohes öffentliches Interesse besteht, können unter Schutz gestellt werden⁴¹. Die für die Archäologie zuständigen Kantone haben ihre Aufgabe bisher so wahrgenommen, dass archäologische Fundstellen in Bauzonen in der Regel nicht unter Schutz gestellt, sondern vor ihrer drohenden Vernichtung durch das Bauvorhaben wissenschaftlich untersucht werden. Die archäologische Rettungsgrabung bzw. die wissenschaftliche Dokumentation und die geborgenen Funde stellen eine Ersatzmassnahme anstelle der Erhaltung des vor der Zerstörung stehenden Originals dar. Wenn jedoch keine Notwendigkeit besteht, eine Fundstelle auszugraben, wird sie nicht angetastet. Wichtig ist, dass die archäologischen Fundschichten durch andere Sedimente ausreichend überdeckt und so geschützt bleiben. Bei den prähistorischen Pfahlbausiedlungen muss die permanente Durchfeuchtung der Böden gewährleistet werden. Vermehrt werden Massnahmen zur Sicherung stark bedrohter Fundstellen realisiert, häufig in Zusammenarbeit mit Landschafts- und Naturschutzmassnahmen: bauliche Vorkehrungen gegen Erosion, Wechsel von intensiver zu extensiver Landwirtschaft (kein Pflügen), Auszonung von archäologischen Parzellen, archäologisches Grundwasserbeobachtungsnetz (z.B. Kanton ZG) usw.

⁴⁰ Im Kanton Zug: § 3 Gesetz über Denkmalpflege, Archäologie und Kulturgüterschutz (Denkmalschutzgesetz) vom 26. April 1990 (DMSG); BSG 423.11

⁴¹ Im Kanton Zug: § 4 DMSG

3. Anforderungen an den Bodenschutz des Kantons Zug

3.1. Ziele

Mit dem Bodenschutzkonzept sollen grundsätzlich alle Aktivitäten der im Bodenschutz beteiligten kantonalen Amtstellen koordiniert und harmonisiert werden und mit klar formulierten Massnahmen aufzeigen, wie in Zukunft der gesetzliche Vollzug im Bodenschutz im Kanton Zug wahrgenommen werden kann. Das Konzept gibt die notwendige Stossrichtung für die künftigen bodenschutzrelevanten Tätigkeiten des Kantons, um einen nachhaltigen Umgang mit Boden zu gewährleisten. Dabei soll auf die bestehenden personellen und finanziellen Ressourcen Rücksicht genommen werden. Mit dem von allen involvierten Fachstellen unterstützten Konzept soll ein gangbarer Weg zur Erhaltung eines gesunden Bodens im Kanton Zug aufgezeigt werden. Mit dem Bodenschutzkonzept können dank der Koordination von Massnahmen zusätzlich Synergien zwischen den verschiedenen Stellen entwickelt werden.

Das Bodenschutzkonzept

- zeigt auf, wie der gesetzliche Auftrag im Bodenschutz im Kanton Zug schwerpunktmässig in den nächsten 5 Jahren umzusetzen ist
- gibt eine Übersicht über den Stand des Bodenschutzes im Kanton Zug und damit Rückschau auf fast zwei Jahrzehnte Bodenschutz im Kanton Zug
- legt mit konkreten Massnahmen die künftigen Tätigkeiten für einen wirkungsvollen vorbeugenden Bodenschutz des Kantons Zug fest
- erlaubt einen koordinierten und harmonisierten Vollzug des Bodenschutzes im gesamten Kantonsgebiet
- liefert Grundlagen für die Planung, Durchführung und Erfolgskontrolle von Bodenschutzmassnahmen von allen Bodenschutz beteiligten kantonalen Fachstellen.

3.2. Koordinationsbedarf und Systemabgrenzung

Bodenschutz ist eine typische Querschnittsaufgabe, weil dem Boden im natürlichen System des Naturhaushalts eine wichtige Querschnittsaufgabe zukommt. Um grundsätzlich eine bessere Wirkung mit deutlich geringerem Aufwand zu erzielen, ist deshalb die Zusammenarbeit in den Bereichen Bodenschutz, Raumplanung, Land- und Forstwirtschaft, Archäologie sowie landwirtschaftlicher Bildung und Beratung auf Stufe Kanton zu koordinieren.

Wie bereits in Kap. 1.1 angemerkt, liegt der so genannte quantitative Bodenschutz im Aufgabenbereich der Raumplanung und wird in diesem Bericht nur summarisch berücksichtigt. Die anderen im Bodenschutz beteiligten Ämter können sich im Rahmen von Vernehmlassungen zu Richtplan- und Ortsplanänderungen und zu einzelnen Bauvorhaben zum quantitativen Bodenschutz äussern. Das ARP erstellt in regelmässigen Abständen Auswertungen über den Bodenverbrauch und für die Siedlungsausdehnung (Richtplancontrolling).

3.3. Beteiligte Fachstellen und Institutionen

Die Fachstelle Bodenschutz (FABO) ist in der Abteilung Gewässer- und Bodenschutz des Amtes für Umweltschutz (AfU) integriert. Im Kanton Zug nehmen neben der FABO folgende kantonale Fachstellen Teilaspekte des kantonalen Bodenschutzes wahr: Das Amt für Raumplanung (ARP), das Landwirtschaftsamt (LWA), das Landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungszentrum Schluechthof (LBBZ), das Kantonsforstamt (KFA) und das Amt für Denkmalpflege und Archäologie (ADA). Auf Bundesebene sind ebenfalls verschiedene Bundesämter mit dem Bodenschutz beschäftigt. Dazu zählen das Bundesamt für Umwelt (BAFU), das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) und das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE).

Zwischen Bundesämtern, kantonalen Verwaltungen, Forschungsinstitutionen und der Privatwirtschaft tritt die Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS) auf, die einen Zusammenschluss der bodenkundlich interessierten Kreise in der Schweiz (Hochschulen, BAFU, Forschungsanstalten, Fachstellen Bodenschutz, private Büros) darstellt.

Bodenschutzbehörden aller Stufen, die Wissenschaft und die BGS müssen eng und ergänzend sowie unterstützend zusammenarbeiten. So können beispielsweise gemeinsame Vollzugshilfen erarbeitet und Wissenslücken gefüllt werden. Im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen, durch Information und Aufklärung, aber auch durch persönliche Kontakte müssen die Verantwortlichen erreichen, dass der Schutz des Bodens zum selbstverständlichen Anliegen derjenigen werden, die durch ihre Tätigkeiten dem Boden schaden können.

4. Stand des Bodenschutzes im Kanton Zug

Mit dem kantonalen Einführungsgesetz zum eidgenössischen Umweltschutzgesetz (EG USG) bzw. der damit verbundenen Schaffung der Fachstelle Bodenschutz im Jahr 1989 nahm die gezielte Bodenüberwachung und die bodenschützerische Tätigkeit explizit ihren Anfang. In den folgenden Abschnitten wird eine Übersicht über den Stand des Bodenschutzes im Kantons Zug gegeben. Die einzelnen Aufgabenbereiche werden abschnittsweise beschrieben, für den Kanton Zug gültige Bodenschutz-Ziele formuliert und die daraus abgeleiteten Massnahmen kurz skizziert (grau markiert). Massnahmen, die in anderen Bereichen beschlossen oder bereits durch den heutigen Vollzug abgedeckt sind, werden nicht als konzepteigene Massnahmen sondern als Hinweise aufgeführt.

4.1. Koordination der Bodenschutzaktivitäten

Wie in Kap. 1.3 dargelegt, wurden die Zuständigkeiten für den Vollzug des Bodenschutzes auf Stufe Kanton im EG USG generell festgelegt. Soweit nicht anders geregelt, ist demnach die Baudirektion bzw. das Amt für Umweltschutz (AfU) als kantonale Fachstelle für den Vollzug des qualitativen Bodenschutzes zuständig. Das Amt für Raumplanung (ARP) ist zuständig für den quantitativen Bodenschutz. Der qualitative Bodenschutz fällt in die Zuständigkeit der Baudirektion. Falls die Bodenbeobachtung zeigt, dass die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht mehr gewährleistet werden kann, sind im Landwirtschaftsgebiet im Einvernehmen mit der Volkswirtschaftsdirektion, im Wald und bei archäologischen Fundstellen mit der Direktion des Innern die erforderlichen Massnahmen zu treffen. Damit keine Doppelspurigkeiten entstehen und die zur Verfügung stehenden personellen und finanziellen Mittel optimal genutzt werden, ist eine Koordination der Bodenschutzaktivitäten von grosser Bedeutung.

Bodenschutz-Ziele:

- Die Zuständigkeiten im Bodenschutz sind auf Stufe Kanton in allen Belangen geregelt und werden von allen am Bodenschutz beteiligten Fachstellen mitgetragen
- Die Zusammenarbeit in den einzelnen Bereichen Bodenschutz, Raumplanung, Land- und Forstwirtschaft sowie Landwirtschaftliche Bildung und Beratung sind auf Stufe Kanton koordiniert
- Die Zusammenarbeit untereinander ist zu intensivieren und zu pflegen.

Massnahme:

- Schaffung einer Koordinationsgruppe für den Bodenschutz bestehend aus dem AfU (Leitung), ARP, KFA, LWA, LBBZ und ADA zur Koordinierung und Harmonisierung der Zusammenarbeit in den einzelnen Bereichen der verschiedenen Fachstellen.

4.2. Stand der Richtplanung

Wie bereits erwähnt, wird der quantitative Bodenschutz über den kantonalen Richtplan durch den Kantonsrat festgelegt. Zentral ist, dass der Regierungsrat dem Kantonsrat alle vier Jahre einen Bericht über die Bilanz der raumwirksamen Tätigkeiten bzw. über den Stand der Richtplanung Re-

chenschaft abgeben muss (Beschluss A 6.1 des Richtplantextes). Im Rahmen dieses Berichtes muss dem quantitativen Bodenschutz der entsprechende Stellenwert beigemessen werden. Insbesondere interessieren die Fragen, wie viel der Siedlungserweiterungsgebiete tatsächlich in Bauzonen umgewandelt oder ob die Siedlungsbegrenzungslinie im Rahmen der Gesamtrevisionen der Ortsplanungen bereits wieder angepasst wurden.

Im März 2008 wurde der Richtplan betreffend Fruchtfolgeflächen (FFF) aktualisiert. Die Richtplananpassung umfasst vor allem Anpassungen bei der entsprechenden Richtplankarte, auf der die Fruchtfolgeflächen ausgewiesen sind. Bei der Beurteilung der FFF wurde nach der neuen Vollzugshilfe des Bundes zur Ausscheidung der FFF vorgegangen. Dabei bildete die Bodenkarte des Kantons Zug eine wichtige Grundlage. Die Arbeiten wurden in enger Zusammenarbeit mit dem LWA und dem LBBZ vorgenommen. Der Kanton Zug verfügt demnach wieder über eine Nettogesamtfläche von rund 3'227 Hektaren (ha) FFF und besitzt damit bei den ausgewiesenen FFF wieder eine Reserve von 227 ha.

Bodenschutz Ziele:

- Der Kanton sorgt für die korrekte Dimensionierung der Bauzonen und Erhaltung der Fruchtfolgeflächen
- Der Bericht über den Stand der Richtplanung - das Richtplancontrolling - äussert sich alle vier Jahre zum haushälterischen Umgang mit Boden (quantitativer Bodenschutz).

Hinweise:

- Der Bericht zum Richtplancontrolling wird alle 4 Jahre erarbeitet und soll auch Aussagen über den quantitativen Bodenschutz enthalten. Für das Instrument des Richtplancontrollings ist das ARP federführend. Ein erster Bericht wird bis 2009 vorliegen
- Der Kanton berichtet regelmässig dem Bund über den Stand der Fruchtfolgeflächen (FFF).

4.3. Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung

Seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert hat die von Menschen verursachte chemische und physikalische Belastung der Böden stark zugenommen. Die Aufenthaltszeit der Schadstoffe im Boden ist um ein Vielfaches länger als in den Gewässern und in der Luft. Bodenverdichtungen und Bodenerosion sind weitgehend irreversibel. Ein belasteter Boden kann kaum mehr saniert werden. Im Hinblick auf die Vorsorge kommt deshalb der Bodenbeobachtung und -überwachung eine grosse Bedeutung zu. Planung und Erfolgskontrolle von Bodenschutzmassnahmen sollten sich letztlich auf Bodenuntersuchungen abstützen. In vielen FABO sind die nötigen Grundlagen jedoch nur unzureichend vorhanden. Der Boden ist ein träges, aber hoch komplexes Medium und entsprechend schwierig zu beobachten und zu vergleichen. Der gesetzliche Auftrag zur Bodenüberwachung ist in Art. 6 und 44 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz (USG) formuliert. Die Bestimmungen des USG wurden erstmals 1986 in der Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) konkretisiert. Die VSBo wurde 1998 durch die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö) abgelöst, welche zusätzlich auch biologische und physikalische Bodenbelastungen mit einschliesst. Die Bestimmungen zur Bodenbeobachtung und -überwachung finden sich in Art. 3 und 4 der VBBö. Zwi-

schen Bund und Kantonen ist eine klare Aufgabenteilung festgelegt. Der Bund betreibt ein nationales Referenznetz der Bodenbelastungen (Nationale Bodenbeobachtung NABO). Die NABO ist ein Instrument der Früherkennung und Erfolgskontrolle zum Schutz des Bodens und wird seit 1984 gemeinsam vom BAFU und vom Bundesamt für Landwirtschaft betrieben. Mit der Durchführung ist die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, beauftragt. Während dem die Kantone die Bodenbelastungen in Gebieten überwachen, in denen die Bodenfruchtbarkeit gefährdet ist.

Die bestehenden Bodenbeobachtungsnetze der Kantone (Kantonale Bodenbeobachtung KABO) untersuchen seit 1989/90 parallel zur Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) langfristige Referenzstandorte (Langzeitmonitoring) und fallspezifisch lokale bzw. regionale Belastungen. Die anfangs 90er Jahre betriebene kantonale Bodenbeobachtung (KABO) im Kanton Zug bezweckte den Ist-Zustand der Böden zu erfassen, negative Bodenveränderungen rechtzeitig zu erkennen und Entscheidungsgrundlagen zum Vollzug des kantonalen Bodenschutzes bereitzustellen. Die KABO Zug umfasste insgesamt 16 Wald- und Wiesenstandorte, wo zwischen 1992 und 1994 die Gehalte an Schwermetallen, Nährstoffen, organischer Substanz, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sowie weitere ausgewählte wichtige Bodenkenngrossen gemessen wurden. Die Standorte waren über den ganzen Kanton verteilt. Grundlagen und Ergebnisse der KABO sind in zwei internen Berichten⁴² ⁴³ zusammengefasst und wurde im Blickpunkt Umwelt⁴⁴ Nr. 13 (1995), vom AfU veröffentlicht. Bei der damaligen KABO handelt es sich um eine Erstbeprobung, die jedoch nicht weitergeführt wurde.

Die Zentralschweizer Kantone beabsichtigen im Rahmen eines ZUDK-Projektes eine gemeinsame Bodenüberwachung (KABO Z-CH) aufzubauen und zu betreiben. Das Projekt soll dabei nach der neusten Methodik der Nationalen Bodenbeobachtung NABO und des Netzwerks Umweltbeobachtung Schweiz NUS durchgeführt werden. Im Rahmen der KABO Z-CH wird eine Kombination von Dauerbeobachtung und Spezialthemen wie z.B. Versauerung von Waldstandorten oder Schadstoffe an Immissionslagen angestrebt. Hierzu wird zuerst von einem externen Fachbüro ein Detailkonzept ausgearbeitet, das im Sommer 2009 vorliegt.

Bodenschutz-Ziele:

- Keine weiteren Bodenbelastungen durch nicht abbaubare Schadstoffe und keine Bodenverdichtungen, die nicht innerhalb von ein bis zwei Jahrzehnten nicht regenerierbar sind (Nachhaltigkeitsziel).
- Der Zustand der chemischen, biologischen und physikalischen Bodenbelastungen sind für den Kanton Zug bekannt
- Das Langzeitmonitoring soll gemäss einem gemeinsamen Konzept zur Bodenbeobachtung und -überwachung der Zentralschweizer Fachstellen Bodenschutz (KABO Z-CH) erfolgen
- Problembezogene Untersuchungen bzw. Spezialthemen ergänzen das Langzeitmonitoring und sollen nach dem gleichen Konzept erfolgen.

⁴² AfU ZG, 1992: Kantonales Bodenbeobachtungsnetz Boden, 1. Phase, Bericht vom 30. Oktober 1992

⁴³ AfU ZG, 1994: Kantonales Bodenbeobachtungsnetz Boden, 2. Phase, Bericht vom 26. August 1994

⁴⁴ AfU ZG, 1995: Blickpunkt Umwelt, Bodenschutz: Das kantonale Beobachtungsnetz Boden (KABO), Nr. 13 März, 1995

Massnahme:

- Fortsetzung der kantonalen Bodenbeobachtung und -überwachung im Rahmen eines mit den Zentralschweizer Umweltfachstellen gemeinsam betriebenen Messnetzes Boden (ZUDK-Projekt KABO Z-CH).

4.4. Bodenschutz beim Bauen

Bodenschutz auf der Baustelle

Der Bodenschutz beim Bauen wird im Rahmen des Bewilligungsverfahrens von der Fachstelle Bodenschutz berücksichtigt. Dabei handelt es sich insbesondere um den Schutz vor Verdichtung (Maschinenauswahl, Zeitpunkt und Art der Bodenbearbeitung und Art der Rekultivierungsarbeiten). Dies gilt insbesondere für UVP-pflichtige Bauten und Anlagen, Strassen und Erdgasleitungen, Kiesgruben und Deponien mit grossen Auswirkungen auf den Boden, wo in der Regel im Rahmen einer Umweltbaubegleitung auch eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) durch eine ausgewiesene Fachperson verlangt wird. Klare Festlegungen, ab welcher Grösse des Vorhabens eine BBB notwendig ist, existieren im aktualisierten Merkblatt "Umgang mit Boden" der Zentralschweizer Umweltfachstellen⁴⁵. Bei grösseren Bauvorhaben ab 5'000 m² Fläche ist in der Regel eine ausgewiesene Bodenkundliche Fachperson einzusetzen. Die Fachstelle Bodenschutz hat zu dem Zweck ein generelles Muster-Pflichtenheft für die BBB ausgearbeitet.

Leider lässt der sachgemässe Umgang mit Boden auf vielen kleinen Baustellen vielfach noch zu wünschen übrig: Termindruck, fehlende Sachkenntnis und geringe Wertschätzung gegenüber dem Boden führen zum nicht angepassten Einsatz von zu schweren Maschinen und Geräten sowie zu nicht fachgerechten Erdarbeiten und Arbeiten bei ungünstigen Witterungsbedingungen. Das Merkblatt "Umgang mit Boden" und das "Handbuch Umweltschutz auf der Baustelle"⁴⁶ geben den Bauherren, Planern, Unternehmen und Gemeinden konkrete Anleitungen und Hinweise zur guten fachlichen Praxis im Umgang mit Boden auf der Baustelle.

Bodenschutz-Ziele:

- Bauarbeiten erfolgen nach der anerkannten Regeln der Baukunst und einer guten fachlichen Praxis bodenschonend gemäss den einschlägigen Normen, Wegleitungen und Richtlinien. Die Fachstelle Bodenschutz (FABO) prüft UVP-pflichtige und bodenrelevante Bauvorhaben oder Anlagen mit Auswirkungen auf den Boden auf bodenschonendes Bauen
- Verfügte Bodenschutzmassnahmen werden auf der Baustelle umgesetzt. Bei grösseren Bauvorhaben ab 5'000 m² Fläche eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) einzusetzen, die für die rechtskonforme Umsetzung auf der Baustelle zuständig ist. Die Vorgaben für eine BBB sind von der Fachstelle Bodenschutz (FABO) in einem Pflichtenheft festgelegt.

⁴⁵ ZUDK-Merkblatt "Umgang mit Boden" der Zentralschweizer Umweltfachstellen (ZUDK), August 2007

⁴⁶ AfU ZG, 2006: Handbuch Umweltschutz auf der Baustelle. Baudirektion des Kantons Zug.

Hinweis:

- Die Behandlung des Sachbereichs Boden ist in UVP-pflichtigen und bodenrelevanten Bauvorhaben oder Anlagen mit Auswirkungen auf den Boden obligatorisch und wird von der FABO sichergestellt.

Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben

Die Bautätigkeit löst in der Regel einen erheblichen Umfang von Bodenverschiebungen aus. Das hat nicht nur Bodenverluste durch Versiegelung zur Folge, sondern oft auch Bodenbelastungen. Dabei besteht die Gefahr, dass belasteter Boden unkontrolliert verteilt wird. Die VBBo verpflichtet die Kantone die Bodenbelastungen in ihrem Gebiet zu überwachen. Die BUWAL-Wegleitung "Bodenaushub", die sich speziell mit Fragen der chemischen Verunreinigung des Bodenaushubs und der sich daraus ergebenden Verwertungsprobleme befasst, konkretisiert den korrekten Umgang mit ausgehobenem Boden. So darf z.B. ausgehobener Boden nur dann wo anders wieder aufgebracht werden, wenn dadurch der vorhandene Boden am Aufbringstandort chemisch nicht zusätzlich belastet wird und keine archäologischen Fundstellen betroffen sind. Der Entscheid über die Verwertung bzw. Ablagerung von Bodenaushub erfordert ausreichende Kenntnisse über dessen Schadstoffgehalt. Ob mit schadstoffbelastetem Boden gerechnet werden muss, hängt von der Art der bisherigen Nutzung der Fläche und deren Umgebung ab. Ist aufgrund der früheren oder heutigen Emissions- und Immissionslage zu erwarten, dass die Belastungswerte überschritten sind, so ist eine Untersuchung der Schadstoffbelastung unerlässlich. Ein Plan, aus dem ersichtlich ist, für welche Flächen potentielle Belastungen vorliegen, würde deshalb eine wertvolle Entscheidungshilfe bedeuten, die den gesetzeskonformen Umgang mit Bodenaushub wesentlich erleichtern könnte. In der so genannten "Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden" sind all jene Flächen aufzuführen, für die Belastungshinweise bekannt sind (Kap. 4.7). Für bestimmte Typen von Bodenbelastungen z.B. entlang von Strassen und Bahnlinien lassen sich allgemeine Kriterien für deren Ausdehnung herleiten. Nach diesen Kriterien können die Flächen mit begründeten Hinweisen auf Bodenbelastungen mit geringen Kosten gesamthaft bezeichnet werden. Zusammen mit diesen Kenntnissen der Bauherrschaft sind so die meisten Bodenbelastungen lokalisiert. Eine gezielte, effiziente und alle Flächen behandelnde Kontrolle wird möglich.

Bodenschutz-Ziele:

- Die gesetzeskonforme Verwertung bzw. Entsorgung von Bodenmaterial wird kontrolliert
- Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben mit belastetem Boden sind so zu lenken, damit es zu keiner Verschleppung von belastetem Bodenmaterial auf unbelastete Standorte kommt
- Belastete Böden werden nicht in der Landwirtschaft oder im Gartenbau verwertet
- Die Belastungen beinhalten Angaben über Anzahl, räumlicher Verteilung, Grösse und Ausbreitung der potentiell belasteten Flächen sowie zu den vermuteten Schadstoffen. Jede Fläche enthält eine grobe Verdachtsbewertung (Priorisierung). Die Flächen sind in einer "Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden" dargestellt.

Massnahme:

- Erarbeitung eines neuen Vollzughilfsmittels: Vorsorgliche Massnahmen bei der Verschiebung von schadstoffbelasteten Böden bei Bauvorhaben.

Rekultivierungen

Unter einer Rekultivierung wird die Wiederherstellung eines Bodens bzw. der komplette oder teilweise Neuaufbau eines Bodens verstanden. Im klassischen Fall werden dabei Flächen, die durch Bauvorhaben nachhaltig geschädigt oder abgetragen wurden, für die Landwirtschaft wieder nutzbar gemacht. Häufige Fallbeispiele sind Terrainveränderungen (siehe nächster Abschnitt) oder die Wiederherstellung des Ausgangszustandes bei Kiesgruben, Deponien und Grossbaustellen. Bodenrekultivierungen können namentlich bei Grossbaustellen, Kiesgruben und Deponien beträchtliche Ausmasse annehmen und sich über Jahre hinziehen. Oft werden die Interessen verschiedener Beteiligter tangiert. Dies alles erfordert eine sorgfältige Planung, nicht zuletzt um weitaus teurere Sanierungen zu vermeiden. Rekultivierungen erfordern benötigen eine kantonale Bewilligung. Bei der Rekultivierung eines Bodens gilt es, seine typischen Eigenschaften wieder herzustellen und eine standortgerechte, nachhaltige Nutzung zu ermöglichen. Zur Sicherstellung der fachgerechten Rekultivierung von Kiesabbaustellen hat der Fachverband Sand, Kies und Beton (FSKB) in Zusammenarbeit mit den kantonalen FABO die FSK-Rekultivierungsrichtlinie⁴⁷ erarbeitet. Die Voraussetzungen für die fachgerechte Rekultivierung von Kiesgruben sind bei den Mitgliedern des FSKB durch den Einsatz von anerkannten BBB gegeben, welche solche Vorhaben begleiten und kontrollieren. Für grossflächige Rekultivierungen ist zwingend eine BBB durch eine ausgewiesene Bodenfachperson erforderlich.

Bodenschutz-Ziele:

- Die Vorgaben für eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) sind in einem Pflichtenheft festgelegt
- Bewilligte Rekultivierungen werden durch eine fachlich anerkannte BBB begleitet und kontrolliert.

Hinweis:

- Für grössere Rekultivierungen ab einer Fläche von 5'000 m² und bei UVP-pflichtigen Bauvorhaben mit einer Wiederherstellung des Ausgangszustandes des Bodens, wird von der Fachstelle Bodenschutz in der Regel eine BBB vorgeschrieben. Die Fachstelle Bodenschutz hat dazu ein generelles Muster-Pflichtenheft für die BBB erarbeitet.

Terrainveränderungen

Terrainveränderungen sind Veränderungen des Aufbaus von Böden durch Auf- oder Abtrag von Material. Es sind Spezialfälle von Rekultivierungen. Der Begriff "Terrainveränderung" steht hier gleichbedeutend für weitere verwandte Begriffe wie z.B. Geländeaufschüttung oder Geländeauffüllung. Fachgerecht ausgeführte Terrainveränderungen können Böden für z.B. für landwirtschaftliche

⁴⁷ Richtlinie für den fachgerechten Umgang mit Böden, Rekultivierungsrichtlinie des Schweizerischen Fachverbandes für Sand und Kies (FSKB), 2001

Nutzungen verbessern (so genannte Bodenverbesserungen), dagegen führen nicht fachgerecht ausgeführte Ablagerungen von Bodenaushub zu Bodenverschlechterungen. Terrainveränderungen, z.B. in der Landwirtschaftszone, sind zonenkonform, wenn eine Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung, so genannte "Bodenverbesserung", resultiert. Da die natürliche Beschaffenheit des Bodens zu erhalten ist, kommen Terrainveränderungen in der Regel nicht an Standorten mit natürlichen, in ihrem Aufbau ungestörten Böden in Frage. Auch wenn die Böden natürlicherweise nass oder flachgründig sind oder sich in natürlichen Senken-, Mulden- oder Hanglagen befinden. Primär geeignet für Terrainveränderungen sind Standorte mit Böden, deren Aufbau bzw. Schichtung durch menschliche Eingriffe entstanden ist, beispielsweise bestehende, aber unbefriedigende Rekultivierungen und Terrainveränderungen bei ehemaligen Kiesgruben, Deponien oder Autobahnen, degradierte organische Böden oder durch Hangrutsche geschädigte Böden. Terrainveränderungen ausserhalb der Bauzonen sind raumplanungsrechtlich grundsätzlich bewilligungspflichtig. Im Bewilligungsverfahren werden vor allem die Standorteignung und die Verbesserung der Nutzungseignung geprüft. Zudem ist die Teilkarte "Archäologische Fundstätten" des kantonalen Richtplans (S 7.3.1) in die Planung einzubeziehen. Für die Planung und Ausführung von Terrainveränderungen sowie für die Folgebewirtschaftung gilt das Merkblatt "Terrainveränderungen zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaftszone"⁴⁸. Bei grösseren Terrainveränderungen ab 5000 m² wird von der Fachstelle Bodenschutz neben einem Bodenkundlichen Gutachten, in der Regel eine Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) vorgeschrieben. Selbst kleine Terrainveränderungen müssen fachgerecht und mit geeignetem Erdmaterial durchgeführt werden.

Eigene Untersuchungen⁴⁹ und Untersuchungen in den Kantonen AG⁵⁰ und ZH⁵¹ bestätigen deutlich, dass Terrainveränderungen leider oft nicht zu einer Verbesserung der Bodenqualität oder Erweiterung der Nutzungseigenschaften, sondern im Gegenteil zu Verschlechterungen gegenüber den Verhältnissen vor dem Eingriff führen. Diese Untersuchungen bestätigen erste Untersuchungen aus den 90er Jahren des Kantons ZH⁵². Die häufigsten Schwachpunkte sind eine ungeeignete Arbeitstechnik, ungeeignete Materialqualität und ein falscher Bodenaufbau, die zu Bodenverdichtungen, schlechtem Pflanzenwuchs, Vernässungsstellen, ungenügender Wasserdurchlässigkeit, Schadstoffbelastungen oder fehlenden Bodenschichten, etc. führen. Da technische Sanierungsarbeiten nachträglich sehr aufwendig und oft nicht erfolgreich sind, ist es umso wichtiger, dass bei Terrainveränderungen die Vorgaben für einen schonenden Umgang mit Boden gemäss den geltenden Richtlinien berücksichtigt werden.

⁴⁸ Das Merkblatt "Terrainveränderungen zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaftszone" wurde direktionsübergreifend vom AfU, ARP und dem LWA im 2002 erarbeitet.

⁴⁹ Terre AG, 2003: Eine vergleichende Beurteilung zweier Geländeaufschüttungen im Kanton Zug, Untersuchungsbericht im Auftrag der Baudirektion des Kantons Zug, Amt für Umweltschutz

⁵⁰ Kanton Aargau, 2005: Erfolgskontrolle Terrainveränderungen

⁵¹ Terre AG, 2003: Beurteilung der Qualität von Geländeauffüllungen im Auftrag der FABO ZH

⁵² AGBA AG, 1996: Bestandesaufnahme von bodenphysikalischen Kenngrössen bei Geländeauffüllungen, FABO ZH

Bodenschutz-Ziel:

- Rekultivierungen und Terrainveränderungen sind fachgerecht auszuführen. Grössere Vorhaben ab 5'000 m² Fläche sind durch eine BBB fachmännisch zu begleiten und nach Abschluss der Arbeiten die korrekte Bauausführung mit einer Abnahme zu kontrollieren sowie nach Ablauf der Folgebewirtschaftung. Gemäss Richtplanbeschluss L.2.2 zum Bodenschutz werden Terrainveränderungen und Rekultivierungen von Fachpersonen überwacht.

Massnahme:

- Durchführung von periodischen Erfolgskontrollen von Terrainveränderungen und Rekultivierungen nach Ablauf der Folgebewirtschaftung

4.5. Bodenschutz in der Landwirtschaft

Dem landwirtschaftlichen Bodenschutz wird bereits in der Ausbildung sowie in der Beratung der Landwirte grosses Gewicht beigemessen. Das LBBZ leistet einen wichtigen Beitrag für die Sensibilisierung der Landwirte im Bereich Bodenschutz. Der Bodenschutz ist fest in die Ausbildung der Landwirte integriert. Die Beratung informiert die Landwirte über bodenschonende und bodengerechte Bewirtschaftung, umweltverträgliche Düngung, den sachgerechten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und hilft bei Problemen.

Sodann sind die Direktzahlungen des Bundes an die Landwirtschaftsbetriebe an die Erfüllung des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) gebunden. Eckpfeiler des ÖLN sind unter anderem eine ausgeglichene gesamtbetriebliche Nährstoffbilanz, die Einhaltung einer geregelten Fruchtfolge und geeignete Massnahmen für den physikalischen Bodenschutz (Erosion). Für die Landwirte ist Bodenschutz darum zu einem erfreulich präsenten Thema geworden. Der ökonomische Druck setzt jedoch Grenzen (z.B. Zwang zu höherer Arbeitsproduktivität und dem Einsatz grösserer Maschinen).

Landwirtschaftliche Böden können weiter durch den übermässigen Eintrag von Schadstoffen wie Schwermetallen und organischen Schadstoffen in ihrer Regenerationsfähigkeit der Bodenstruktur und -fruchtbarkeit beeinträchtigt werden und zudem die Gewässer belasten. In einem Pilotprojekt im Einzugsgebiet Dersbach zeigen erste Untersuchungsergebnisse einen Zusammenhang zwischen Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln und einer gemessenen Gewässerbelastung. Massnahmen zur Reduktion der Belastung werden mit den Bewirtschaftern diskutiert.

Die Phosphor-Belastung des Zugersees ist zwar stark gesunken⁵³, liegt jedoch immer noch über dem Soll-Wert. Für das Einzugsgebiet des Zugersees soll daher ein Monitoring zur Phosphor-Belastung der Böden betrieben werden, das Aufschluss über die tatsächliche Phosphor-Versorgung des Bodens ermöglichen soll. Ein entsprechendes Phosphor-Projekt ist in Planung und die Diskussion über weitergehende Massnahmen läuft.

⁵³ Die Phosphorzufuhr in den Zugersee konnte von rund 100 Tonnen (1970) auf 15 Tonnen (Durchschnitt 1995-2006) pro Jahr reduziert werden. Durch zusätzliche Massnahmen in den Bereichen Landwirtschaft und Siedlungsentwässerung wird eine weitere Absenkung auf 10 und weniger Tonnen Phosphor pro Jahr angestrebt.

Ammoniak-Emissionen stellen für die Landwirtschaft die bedeutendste Verlustquelle von Stickstoff (N) dar. Sie tragen rund zwei Drittel zur N-Deposition bei, welche zur Versauerung und zur Überdüngung empfindlicher Ökosysteme wie Wälder und Hochmoore führt. Die Verlustquellen auf einem durchschnittlichen Schweizerischen Landwirtschaftsbetrieb lassen sich grob in die Bereiche Hofdünger (55 %), Stallhaltung (30 %), Lagerung (10 %) und Weide (5 %) aufteilen. Die wichtigsten Ansatzpunkte für emissionsmindernde Massnahmen sind neben kostengünstigen organisatorischen Massnahmen z.B. Dauer des Weideganges, Reinigungsfrequenz von Laufflächen, Bestimmung des Zeitpunkts des Düngereintrages bei der Fütterung der Nutztiere, dem Stallsystem, der Lagerung der flüssigen Hofdünger und der Ausbringtechnik für Jauche zu suchen. Die Massnahmen zielen auf eine verbesserte Stickstoff-Effizienz ab.

Dem Vollzug stehen die landwirtschaftliche Nutzungseignungskarte sowie die unten aufgeführten Hilfsmittel zur Verfügung. Bisher existieren noch keine Karten zur Verdichtungsgefährdung der Zuger Böden⁵⁴. Weiter kontrollieren und berechnen das LWA und das AfU die gesamtbetrieblichen Nährstoffbilanzen. Zusätzlich kontrolliert das AfU den überbetrieblichen Austausch überschüssiger Hofdünger. Chemische Bodenanalysen liegen dem AfU und LBBZ nur punktuell vor. Von der Fachstelle Bodenschutz erarbeitete Grundlagen für den Bodenschutz in der Landwirtschaft:

- Projekt "Bodenkarte des Kantons Zug 1:5'000" (1989-1998)⁵⁵: Die mit der Bodenkarte erarbeiteten Grundlagen (bodenkundliche Standortmerkmale) und die Interpretationskarte der landwirtschaftliche Nutzungseignung (landwirtschaftliche Standortbeurteilung) unterstützen die Landwirtschaft bei der Nutzung und Düngung. Der für die Beratung geschaffene "Leitfaden für die Benützer der Bodenkarte" soll bei der praktischen Anwendung behilflich sein.
- Projekt „Von Bauern - für Bauern“ (2006-08)⁵⁶: Erarbeitung von bäuerlichem Wissen zur guten fachlichen Praxis und Vermittlung desselben in bäuerlichen Netzwerken in Zusammenarbeit mit diversen FABO, BUWAL, BLW und der landwirtschaftlichen Beratung.
- Fachveranstaltungen "Landwirtschaft und Bodenschutz" 23./28. Mai 2003 in Seedorf UR und Ausstellung in der Bauernschule Seedorf UR vom 20.-30. Mai 2003, Teilprojekt "Erlebnis Boden" (2003 bis 2004): Zweijährige Kampagne der ZUDK zum Thema Boden in den Bereichen Bau, Landwirtschaft, alpine Böden und Gärten in Zusammenarbeit mit den FABO Z-CH und der landwirtschaftlichen Beratung⁵⁷.

⁵⁴ entsprechende Informationen könnten allerdings heute aus der Bodenkarte der Landwirtschaftsflächen des Kantons Zug abgeleitet werden.

⁵⁵ AfU ZG 1991-1999: Bodenkarte des Kantons Zug und Karte der landwirtschaftlichen Nutzungseignung 1:5'000. Gemeindeberichte. Bearbeitet durch AGBA AG, Ebikon

⁵⁶ Von Bauern - für Bauern. Erfolgsgeschichte für eine schonende Bodennutzung, Bearbeitet durch P. Fry

⁵⁷ ZUDK-Projekt "Erlebnis Boden". Blickpunkt Umwelt Nr. 19, 2003

Bodenschutz-Ziele:

- Dünger und Pflanzenbehandlungsmittel werden gezielt und fachgerecht angewendet
- Standortgerechte Bodennutzungen und bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden werden gefördert
- Die Grundsätze des Bodenschutzes sind den Landwirten bekannt und werden mit der landwirtschaftlichen Beratung gefördert
- Emissionsmindernde Massnahmen für eine Reduktion von Ammoniak-Verlusten und eine verbesserte Stickstoff-Effizienz in der Landwirtschaft werden gefördert
- Die Stickstoff-Emissionen der Landwirtschaft werden reduziert
- Die Phosphor-Belastung der Böden im Einzugsgebiet des Zugersees ist bekannt
- Erosions- und Verdichtungsgefährdete Böden sind bekannt. Bekämpfung der Erosion und Verdichtung, wo sie beobachtet werden.

Hinweise:

- Die Regierung hat die Förderung von Schleppschlauchverteilern mittels eines auf § 3 EG Landwirtschaft basierenden finanziellen Anreizsystems als zu wenig innovativ beurteilt und nicht eingeführt. Eventuell ist eine andere Gesetzesgrundlage zu suchen
- Die Reduktion von Ammoniak-Verlusten bzw. Steigerung der Stickstoff-Effizienz in der Landwirtschaft soll im Rahmen der Massnahmenplanung Luftreinhaltung der ZUDK gelöst werden (Massnahme Z7). Der Regierungsrat hat den Massnahmenplan am 12. Dezember 2007 beschlossen. Das Reduktionsprogramm richtet sich nach den Empfehlungen der Konferenz der Landwirtschaftsämter der Schweiz (KOLAS) vom 26. Juni 2006. Auf dieser Grundlage erarbeiten die Zentralschweizer Kantone UR, SZ, NW, OW, LU und ZG ein gemeinsames Ammoniak-Reduktionsprojekt mit dem Ziel, dieses ab 2010 umzusetzen.
- Im Rahmen der Zugerseesanierung wird über weitergehende Massnahmen diskutiert, auch über die P-Reduktion inkl. Auswertung der vorhandenen Bodenproben zu einer Übersicht über die P-übersorgten Böden. Dabei soll ein abgespecktes Phosphor-Projekt gestartet werden.

Massnahmen:

- Förderung bodenschonender, pflugloser Anbauverfahren (Frässaat, Direktsaat, usw.) zur wirksamen Bekämpfung von Erosion und Bodenverdichtung. Pilotversuch kombiniert mit Weiterbildungskursen und Flurbegehungen zur Erhöhung der Akzeptanz bodenschonender Anbaumethoden
- Untersuchung über das Ausmass von Erosions- und Verdichtungsschäden in den bekannten Gebieten und Ergreifung gezielter Massnahmen zur Bekämpfung in einem Pilotversuch.

4.6. Bodenschutz in der Forstwirtschaft

Das Kantonsforstamt Zug hat in Zusammenarbeit mit dem Zuger Forstdienst im Herbst 2002 ein Waldleitbild für den Zuger Wald erarbeitet, nachdem der Zuger Wald bodenschonend bewirtschaftet werden soll. Im Jahr 2011 wird der Entwurf des Waldentwicklungsplanes vorliegen. In diesem behördenverbindlichen Planungswerk wird die Forstwirtschaft verschiedene Massnahmen für die bodenschonende und nachhaltige Bewirtschaftung der Zuger Wälder garantieren.

Unter Bodenbelastungen im Wald sind Einträge von Luftschadstoffen und unsachgemässe Bodennutzungen zu verstehen. Im Zuger Wald wird die natürliche Bodenfruchtbarkeit vor allem durch den Eintrag von Luftschadstoffen beeinträchtigt. Davon betroffen sind besonders alte Böden und solche mit saurem Ausgangsgestein. Schädigungen durch unsachgemässe Bodennutzungen sind im Zuger Wald gegenüber der Belastung durch Luftschadstoffe weniger bedeutend. Punktuell stellen Bodenverdichtung durch flächiges Befahren der Waldböden, Bodenversauerung durch nicht standorttaugliche Bestockungen und die Veränderung des Wasserhaushaltes durch Entwässerungen nicht zu vernachlässigende Bodenbelastungen dar, welche die natürliche Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigen können.

Auch im Wald gilt der Grundsatz, dass der Boden schonend behandelt werden muss, weil einmal verursachte Bodenbelastungen nur aufwändig rückgängig gemacht werden können. Im Kanton Zug wurden im Rahmen der Erstuntersuchung des KABO auch Waldstandorte untersucht. Weitere Untersuchungen im Wald führt das Institut für angewandte Pflanzenbiologie IAP, Schönenbuch, im Auftrag einiger Kantone inkl. Zug durch. Die Untersuchungen während der letzten 20 Jahre von Dauerbeobachtungsflächen im Wald⁵⁸ zeigen die Langzeitfolgen von übermässigen Stickstoffeinträgen auf. Die Folgen beschleunigen die fortschreitende Bodenversauerung mit Nährstoffverarmung und Freisetzung von toxischen Aluminiumionen usw. Zusammenfassend sind Bodenversauerung und der Stickstoffeintrag wesentliche Langzeitriskos für den Zuger Wald, die für einen schleichenden Stabilitätsverlust verantwortlich sind. In gewissen Waldabschnitten wurden mechanische Bodenverdichtungen festgestellt. Sie sind teilweise auf das Sturmereignis "Lothar" zurückzuführen. Bei den umgehend begonnenen Räumungsarbeiten wurden Waldflächen teilweise abseits von Rückegassen befahren. Die durch Bodenverdichtungen verminderte Wasserdurchlässigkeit führt zu hohen oberirdischen Abflussspitzen und verstärkt die Erosion. Auch heute noch ist auf diesen Flächen eine verminderte Tiefendurchwurzelung feststellbar mit langfristigem Risiko für Trockenstress und Windwurf.

Aufgrund der schwierigen ökonomischen Situation der Waldwirtschaft, besteht ein erhöhter Druck, die Bewirtschaftung zu rationalisieren⁵⁹. Den Bodenschutz betreffend könnte diese Entwicklung negative Folgen haben⁶⁰. Mit verschiedenen Massnahmen, die insbesondere in der forstlichen Aus- und Weiterbildung angesiedelt sind, wird versucht dieser Entwicklung zu entgegenen. Mit der richtigen Beurteilung der Befahrbarkeit durch entsprechende Verfahrenswahl (kein flächiges Befahren, nur Rückegassen), einer konsequenten Feinerschliessung und eine auf die Wetterverhältnisse angepasste Maschinenwahl kann eine Bodenschädigung bei der Holzernte minimiert werden. Ein entsprechendes Projekt "Physikalischer Bodenschutz im Wald", welches zusammen vom WSL und BAFU initiiert wurde, verfolgt grob diese Stossrichtungen.

⁵⁸ IAP-Bericht aus dem Jahr 2004

⁵⁹ Dies könnte u.a. zu vermehrten Vollerntereinsätzen, grossflächigen Verjüngungsschlägen führen.

⁶⁰ Verdichtung und Versauerung des Bodens

Bodenschutz-Ziele:

- Die Fruchtbarkeit der Waldböden wird langfristig durch Schadstoffeinträge nicht beeinträchtigt
- Die Waldbewirtschaftung erfolgt bodenschonend und nachhaltig, damit die natürliche Bodenfruchtbarkeit nicht durch unsachgemässe Bodennutzungen beeinträchtigt wird
- Die Öffentlichkeit und die massgebenden Stellen sind über die Problematik der Waldbodenversauerung und des Stickstoffeintrages informiert.

Hinweise:

- Der physikalische Bodenschutz im Wald ist explizit im Waldentwicklungsplan des Kantons Zug formuliert und wird in diesem Rahmen umgesetzt
- Um die Problematik der Waldbodenversauerung in den Griff zu bekommen, sind Massnahmen notwendig, die im Rahmen der Massnahmenplanung in der Luftreinhaltung umgesetzt werden (vgl. Hinweise im Kap. 4.5).

4.7. Bodenschutz in der Archäologie

Die Mehrheit unserer Böden entstand in der Zeit nach der letzten Vergletscherung (ab 17'000 vor Christus). Darin eingeschlossen sind die Überreste unserer Vorfahren: altsteinzeitliche Jägerlager, jungsteinzeitliche Seeuferdörfer, Siedlungen und Friedhöfe der Kelten, Römer und Alamannen sowie Vorgängersiedlungen heutiger Dörfer und Städte. Diese Quellen erschliesst die Archäologie u.a. durch die Ausgrabung, bei der die vom Erdboden verdeckten Funde und Baureste freigelegt werden. Die beweglichen Gegenstände (Funde im engeren Sinn, auch Artefakte genannt) werden geborgen. Die unbeweglichen Spuren im Boden werden kontrolliert zerstört und wissenschaftlich dokumentiert. Es betrifft dies Baureste wie Mauern und Holzkonstruktionen sowie umgelagerte Sedimenten in Form von Gruben, Aufschüttungen, Schichten usw. Viele Spuren zeigen sich nur noch in Form unterschiedlicher Bodenkonsistenz und Bodenfarbe. Aber auch die ohne nähere Untersuchung nicht sichtbaren Veränderungen in der natürlichen Bodenbeschaffenheit können vom Menschen hervorgerufen worden sein oder Hinweis auf dessen Anwesenheit geben: Fundverteilungen, Schwermetallbelastungen, Phosphatgehalte oder botanische und zoologische Mikroreste. Die Erhaltungsqualität der archäologischen Überreste ist nicht nur von deren Beschaffenheit, sondern auch von derjenigen der sie umgebenden Böden abhängig (u.a. pH-Wert). Im Grundwasserbereich können sich unter Abschluss des Luftsauerstoffs auch Pflanzenfasern, Holz, Knochen und Geweih gar über Tausende von Jahren im Boden erhalten.

Unverzichtbarer Bestandteil der archäologischen Ausgrabungen ist eine detaillierte Dokumentation, darunter vor allem eine stratigraphische Profilaufnahme. Dabei werden nicht nur kulturgeschichtlich, sondern auch bodenkundlich relevante Beobachtungen dokumentiert. Im Vordergrund stehen Fragestellungen nach der Abgrenzung des natürlich gewachsenen Bodenprofils von anthropogen aufgebracht oder beeinflussten Schichten, dem Erkennen früherer Geländeoberflächen, der absoluten Datierung der Schichten und der Interpretation der Schichtgenese. Die Profilinformationen und die in der Fläche freigelegten Befunde und Funde erlauben es, die Siedlungs- und Landschaftsgeschichte zu rekonstruieren.

Der Erhalt von Böden dient auch der Bewahrung des darin eingeschlossenen Kulturerbes. Deshalb stimmen die Ziele des Bodenschutzes in den meisten Fällen mit denjenigen des archäologischen Denkmalschutzes überein. Es ist auch im Interesse der Archäologie, wenn bei Ausgrabungen die Bodenschutz-Massnahmen gemäss BUWAL-Merkblatt "Archäologie und Bodenschutz" angewendet werden. Bodenschutz-Massnahmen können aber nur soweit umgesetzt werden, dass archäologische Substanz bzw. deren Sicherstellung nicht beeinträchtigt wird. Es ist für die Archäologie unabdingbar, dass sie der Erde die Zeugen unserer Vergangenheit entnehmen kann, bevor sie zerstört werden. Die Normen des Bodenschutzes müssen auch den Zielsetzungen des archäologischen Denkmalschutzes angepasst werden. Bodenschutz und archäologischer Denkmalschutz sind gleichwertig zu behandeln.

Bodenschutz-Ziel:

- Dem Erhalt der Bodendenkmäler wird auf allen Planungsebenen Rechnung getragen.

Hinweis:

- Die Anliegen der Archäologie werden im Rahmen des ordentlichen Baubewilligungsverfahrens und der Koordinationsgruppe für den Bodenschutz eingebracht.

4.8. Belastungen durch Schadstoffe im Boden

Zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit begrenzt die VBBo vorsorglich den Eintrag von Schadstoffen und Organismen in den Boden sowie dessen übermässige physikalische Belastung. Wo Schadstoffe im Boden vorhanden sind, sind die Behörden verpflichtet im Sinne von Nutzungseinschränkungen und allenfalls auch Sanierungen zu handeln. Liegt eine Schadstoffbelastung im Boden über den Prüfwert, tritt der Schutz der Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze in den Vordergrund. Dabei wird unterschieden zwischen einer möglichen Gefährdung (ab Prüfwert) und einer tatsächlichen Gefährdung (ab Sanierungswert). Bei einer Überschreitung der Prüfwerte nehmen die Kantone Gefährdungsabschätzungen vor und ordnen zur Gefahrenabwehr nötigenfalls Nutzungseinschränkungen, Nutzungsverbote oder Sanierungen an (Kap. 2.3).

Bodenbelastungen bei Schiessanlagen

Im Laufe der jahrzehntelangen Nutzung von Schiessanlagen haben sich im Bereich der Kugelfänge grosse Mengen von Munitionsresten angesammelt. Daher sind die Kugelfänge und deren unmittelbares Umfeld in hohem Masse mit Schwermetallen, vor allem Blei, belastet⁶¹. In der Schweiz gelangen durch das obligatorische und das private Schiessen pro Jahr über 200 Tonnen Blei in die Umwelt. Begleitschadstoffe sind Cadmium, Kupfer, Zink und Antimon. Im Kanton Zug gibt es total 16 300-m-Schiessanlagen (8 in Betrieb, 8 stillgelegt), 9 Kurzdistanzanlagen (6 in Betrieb, 3 stillgelegt) und 2 Jagdschiessanlagen (1 in Betrieb, 1 stillgelegt bzw. saniert). Aufgrund der grossen Schadstoffbelastung sind alle Schiessanlagen in den Kataster belasteter Standorte (KbS) eingetragen und in den belasteten Bereichen die landwirtschaftliche Nutzung eingeschränkt. Im KbS sind im Kanton Zug total 27 Standorte für Schiessanlagen aufgeführt, davon sind 12 Schiessanla-

⁶¹ AfU ZG, 1999: Bleibelastung bei 300-m-Schiessanlagen, Blickpunkt Umwelt Nr. 11 1999

gen stillgelegt, 1 Anlage saniert und 14 Anlagen im Betrieb. Alle weiterhin betriebenen Schiessanlagen werden mit künstlichen Kugelfangsystemen umgerüstet, damit durch den Schiessbetrieb keine Schadstoffe mehr in die Umwelt gelangen.

Weitere Bodenbelastungen

Weitere Standardsituationen mit bekannten Eintragspfaden für Schadstoffe in den Boden können entlang stark befahrener Strassen und Schienen, beim Korrosionsschutz, bei Freibädern und bei Klein- und Familiengärten vorkommen. Bodenbelastungen in einem Garten wurden erst bei einer Untersuchung der Familiengärten Herti⁶² der Stadt Zug nachgewiesen. Weitere Untersuchungen von Klein- und Schrebergärten an anderen Orten haben bisher nicht stattgefunden. Es fehlen auch entsprechende Untersuchungen zur Schadstoffbelastung von siedlungsnahen Landwirtschaftsböden oder Bodenbelastungen von Park- und Sportanlagen und von Kinderspielflächen. Für Zuger Waldböden liegen aus den IAP-Untersuchungen Ergebnisse von einzelnen Standorten bezüglich Versauerung und Nährstoffverlusten vor.

Im 2006 ist das Handbuch "Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden" erschienen, welche eine Abschätzung der Gefährdung bei Standardsituationen ermöglicht und die allenfalls notwendigen Massnahmen zur Gefahrenabwehr auflistet. In der interkantonalen Arbeitsgruppe Interventionswerte (AGIR) wurde zusammen mit den Bodenschutzfachstellen anderer Kantone Faktenblätter erarbeitet. Die Durchführung von Gefährdungsabschätzungen mit den Probenahmen nach VBBo und dementsprechenden Massnahmenvollzug erfordert einige Anstrengungen. Für die neu zu schaffende Vollzugshilfe "Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben" werden diese Gefährdungsabschätzungen ebenfalls benötigt. Hier gilt es zusammenfassend festzuhalten, dass die nötigen Kenntnisse durch die fehlenden Gefährdungsabschätzungen und Probenahmen noch nicht vorhanden ist. Der Kanton hat ausser im Rahmen von grösseren Bauprojekten in potentiell belasteten Gebieten nie Schadstoffbeprobungen durchgeführt.

Bodenschutz-Ziele:

- Gefährdungsabschätzungen für Standardsituationen (Schiessanlagen, Korrosionsschutzobjekten, Freibädern, Familiengärten) liegen vor
- Festgestellte Bodenbelastungen sind bekannt und die notwendigen Massnahmen zur Gefahrenabwehr sind eingeleitet. Verfügte Massnahmen werden kontrolliert und überwacht.

Hinweise:

- Im Rahmen der Bodenüberwachung (Kap. 4.3) werden von der Fachstelle Bodenschutz die notwendigen Gefährdungsabschätzungen gemäss vorliegenden Faktenblätter eingeleitet und vorangetrieben. Dies erfolgt u.a. auch im Rahmen der Ausarbeitung von vorsorglichen Massnahmen bei der Verschiebung von schadstoffbelasteten Böden bei Bauvorhaben
- Die notwendigen Massnahmen zur Gefahrenabwehr werden eingeleitet und von der Fachstelle Bodenschutz kontrolliert und überwacht.

⁶² Stadt Zug, 2003: Familiengärten Herti, Schadstoffe im Boden

4.9. Öffentlichkeitsarbeit

Der Boden ist nur für einen kleinen Teil der Bevölkerung (Landwirte, Gärtner und Förster) täglich präsent. Die meisten Menschen unserer Gesellschaft ignorieren den Boden als wertvolle Ressource, die es nachhaltig zu schützen gilt, wenn sie auch für unsere Kinder noch zur Verfügung stehen soll: Sie assoziieren mit Boden nur als "Dreck unter unseren Füßen" oder als Baugrund, dessen Wert nur noch durch die Grundstückspreise deutlich wird. Umfassender Bodenschutz kann jedoch nur gelingen, wenn die Bedeutung der Böden, deren Gefährdung und die daraus resultierenden Folgen allen Bevölkerungskreisen bewusst werden. Die Fachstelle Bodenschutz hat im Rahmen der Zusammenarbeit mit den FABO Z-CH der ZUDK erfolgreich verschiedene Aktivitäten zur Sensibilisierung der Bevölkerung durchgeführt oder initiiert:

- Ausstellung „Erlebnis Boden“ - Projektleitung bei der Organisation und Durchführung der Ausstellung an verschiedenen Sonderschauen in der Zentralschweiz z.B. LUGA 2003 und Zuger Messe 2004
- Ausstellung „Erlebnis Boden“ in den Jahren 2003 und 2004 - in den Zuger Gemeinden Zug und Risch und am LBBZ in Cham.

Im 2007 wurde im Auftrag der FABO mit einer Machbarkeitsstudie abgeklärt, ob zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit für das Thema Boden ein Themenweg Boden bzw. Bodenpfad in den beiden Naherholungsgebieten Stättlerwald/-allmend) oder Steinhauserwald eingerichtet werden könnte⁶³. Die Studie favorisierte dabei den Steinhauserwald für die Realisierung des Themenweges Boden, nicht zu letzt auch deshalb, weil hier ein bereits ein gut funktionierender "Standortkundlicher Waldrundgang"⁶⁴ des KFA besteht. Nach Vorliegen des inhaltlichen Konzeptes wird zurzeit an der konkreten Umsetzung des Bodenpfades Steinhauserwald gearbeitet. An einem ca. 2.5 km langen Rundweg im und um den Steinhauserwald wird der "Standortkundliche Waldrundgang" durch weitere Themen mit den Schwerpunkten ökologische Bodenfunktionen, Natur- und Landschaftsschutz, Landwirtschaft sowie Naturkunde ergänzt, mit dem Ziel in dem gut genutzten Erholungsgebiet eine breite Öffentlichkeit mit den Zielgruppen Freizeittouristen und Schulklassen der Oberstufe für das Thema Boden zu sensibilisieren. Der Bodenpfad Steinhauserwald wird als Baudirektionsziel 2008 unter der Leitung des AfU in enger Zusammenarbeit mit dem ARP, LBBZ, KFA und KARC⁶⁵ realisiert. Die Eröffnung des Bodenpfades Steinhauserwald findet im Frühling 2009 statt.

Bodenschutz-Ziel:

- Die Öffentlichkeit ist für den Bodenschutz sensibilisiert und wird regelmässig über den Zustand der Zuger Böden informiert.
-

⁶³ Machbarkeitsstudie Themenweg Boden. Recherchen Stättlerwald/-allmend und Steinhauserwald. Drei Grobkonzepte für den Themenweg Boden. Schlussbericht vom 12. September 2007, Güdel UmweltSinnBildung, Basel, im Auftrag vom Amt für Umweltschutz

⁶⁴ Standortkundliche Exkursionen in die Wälder des Kantons Zug. Im Auftrag des Kantonsforstamtes. Bearbeitet durch Burger + Stocker, 2003

⁶⁵ Kantonsarchäologie Zug (Amt für Denkmalpflege und Archäologie). Die KARC gehört wie das KFA der Direktion des Innern an.

Massnahmen:

- Realisierung des Bodenpfades Steinhauserwald als Baudirektionsziel 2008 in Zusammenarbeit mit dem ARP, LBBZ, KFA und KARC im Naherholungsgebiet des Steinhauserwaldes. Eröffnung des Bodenpfades im Frühling 2009.
- Informationsveranstaltung zum Thema Boden schonende Bewirtschaftung durch LBBZ und Fachstelle Boden in Zusammenarbeit mit den landwirtschaftlichen Organisationen.

4.10. Bodeninformation / Bodenkarten

Bodenkarten stellen ein wichtiges Werkzeug für den Bodenschutz dar. Sie ermöglichen es, mehr Kenntnis über den Boden zu erhalten und den Interessierten zur Verfügung zu stellen. Aufgrund von Merkmalen lassen sich Bodeneinheiten nach verschiedenen Kriterien bewerten und zu verschiedenen Interpretationskarten darstellen. Sie dienen dann z.B. zur Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung, als Grundlage für die Ausscheidung von Fruchtfolgeflächen (FFF), für die Siedlungsentwicklung sowie als Werkzeug für den Vollzug des physikalischen Bodenschutzes als Grundlage für weitere Interpretationskarten. Die Kantone besitzen Bodenkarten mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden. Meistens umfasst das kartierte Gebiet nur landwirtschaftliche genutzte Flächen ausserhalb des Siedlungsgebiets. Nur die Kantone BL, BS, ZG und ZH verfügen über einen flächendeckenden Datensatz für das ganze Landwirtschaftsgebiet⁶⁶. Mit der Realisierung eines schweizweiten Bodeninformationssystems (BI-CH) sollen die bei verschiedenen Bundesinstitutionen und Kantonen vorhandenen Daten im Bereich Bodenkarten gesamthaft gesichert, gesichtet und nutzbar gemacht werden.⁶⁷

In den Jahren 1989 bis 1998 wurde im Kanton Zug die gesamten landwirtschaftlich genutzten Böden im Massstab 1:5'000 kartiert und dabei über 360 Bodenprofile aufgenommen. Der Wiederbeschaffungswert der Bodenkarte liegt gemessen am heutigen Preisniveau bei ca. 2-3 Millionen Schweizer Franken. Dieses Werk wurde von der FABO im 2006 überarbeitet und ist nun als digitale Bodenkarte auf dem Geo-Portal des Kantons unter zugmap.ch aufgeschaltet. Es ist nun auf einfache Art möglich, sich über die Eigenschaften des Bodens an einem bestimmten Ort in Kenntnis zu setzen. Von den vielen Bodenmerkmalen, die bei der Bodenkartierung erhoben wurden, muss sich die kartographische Darstellung auf die beiden wichtigsten, den Wasserhaushalt und die Pflanzennutzbare Gründigkeit, beschränken. Die ganze Informationstiefe der Karte kann jedoch mit nur wenigen Mausklicks erschlossen werden: Für einen ausgewählten Ort erhält man in einer übersichtlichen Darstellung eine detaillierte bodenkundliche Standortbeschreibung. Im Rahmen des BI-CH-Projektes sollen nun die Profildaten aus der Bodenkartierung aufgearbeitet und in die digitale Bodenkarte des Kantons Zug integriert werden. Im Kanton Zug ist aus Kostengründen leider keine flächendeckende Kartierung der Waldböden geplant, die die Bodenkartierung komplettiert hätte.

⁶⁶ Eine Übersicht über die in der Schweiz erhältlichen Bodenkarten findet sich auf der Webseite von Agroscope Reckenholz-Tänikon ART: <http://www.art.admin.ch>

⁶⁷ Stand des Projekts und erschienen Berichte: <http://www.soil.ch/bgs/3.Ebene/BICH.html>

Bodenschutz-Ziel:

- Die vorliegenden Bodenkarten und Bodenprofile der Landwirtschaftsflächen sind auf dem Geo-Portal des Kantons Zug im ZUGIS / ZUGMAP verfügbar.

Massnahme:

- Aufarbeitung und Integration der Bodenprofile aus der Bodenkartierung in die digitale Bodenkarte des Kantons Zug.

Weitere Anwendungskarten

Aus der digitalen Bodenkarte des Kantons Zug lassen sich weitere Anwenderkarten ableiten, z.B. eine Erosions- oder Verdichtungsgefährdungskarte. Für den Bodenschutz ist neben der landwirtschaftlichen Nutzungseignungskarte speziell in erosionsgefährdeten Gebieten eine Erosionsgefährdungskarte prioritär. In den Kantonen AG, LU, SH, TG, ZH wurden bodenspezifisch die Flächen potentieller Bodenbelastungen zusammengestellt (potentiell schadstoffbelastete Böden). Anhand von Schadstoffquellen (z.B. Schiessanlagen, Tanklager, Strassen, etc.) lassen sich mögliche schadstoffbelastete Böden voraussagen. Eine Karte mit potentiell belasteten Böden im Kanton Zug ist im Zusammenhang mit der Lenkung von Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben von grossem Nutzen (Kap. 4.4).

Bodenschutz-Ziel:

- Die Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden ist im Zusammenhang mit den Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben verfügbar.

Hinweis:

- Kenntnisse über potentiell schadstoffbelastete Böden sind im Rahmen der Erarbeitung des Vollzugshilfe Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben Voraussetzung (vgl. Erarbeitung neues Vollzugshilfsmittel vorsorgliche Massnahmen bei der Verschiebung von schadstoffbelasteten Böden, Kap. 4.4)

5. Massnahmen

Trotz der bisher im Kanton Zug geleisteten Arbeit im Bodenschutz sind Defizite festzustellen, die in den jeweiligen Handlungsfeldern mit gezielten Massnahmen angegangen werden müssen. Das Bodenschutzkonzept zeigt diese Massnahmen auf, die unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und politischen Möglichkeiten des Kantons mittelfristig in den nächsten fünf Jahren voranzutreiben sind.

5.1. Prioritäten

Die nachstehend vorgeschlagenen Massnahmen wurden in den einzelnen Handlungsfeldern von den beteiligten Fachstellen nach Prioritäten gewichtet (Priorität 1 - 3). Für die Umsetzung der Massnahmen ergibt sich eine entsprechende Zeitplanung. Die Priorisierung der Massnahmen wurde mit folgendem Raster vorgenommen.

Tabelle 1: Raster für die Priorisierung der Massnahmen

Priorität	Beurteilung	Realisierung
1. Priorität	Massnahme mit zentraler Bedeutung, wichtige Daueraufgabe oder Massnahme mit sehr hoher Dringlichkeit	in 1-3 Jahren
2. Priorität	Massnahme ist direkt von der Umsetzung einer anderen Massnahme abhängig und/oder Massnahme mit hoher Dringlichkeit	in 3-5 Jahren
3. Priorität	Massnahme mit zurzeit eher geringeren Dringlichkeit	pendent

5.2. Handlungsfelder und Massnahmen mit Prioritäten

Tabelle 2 zeigt zusammengefasst die abgeleiteten Massnahmen in den jeweiligen Handlungsfeldern.

Tabelle 2: Handlungsfelder mit Massnahmen, festgelegten Prioritäten und Bezeichnung der einzelnen Massnahmenblätter

Handlungsfeld ▪ Kurzbeschreibung Massnahme	Priorität	Massnahmenblatt
Koordination der Bodenschutzaktivitäten ▪ Schaffung einer Koordinationsgruppe für den Bodenschutz zur Koordinierung und Harmonisierung des Bodenschutzes im Kanton	1-2	M1
Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung (KABO Z-CH) ▪ Aufbau eines mit den Zentralschweizer Umweltfachstellen gemeinsam betriebenen Bodenmonitorings (ZUDK-Projekt KABO Z-CH)	1	M2
Bodenschutz beim Bauen ▪ Vorsorgliche Massnahmen bei der Verschiebung von schadstoffbelasteten Böden bei Bauvorhaben Erarbeitung eines Vollzughilfsmittels und Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden zur Vorbeugung von Bodenbelastungen bei Bauvorhaben ▪ Erfolgskontrolle bei Terrainveränderungen und Rekultivierungen Periodische Erfolgskontrollen für Terrainveränderungen und Rekultivierungen nach Ablauf der Folgebewirtschaftung	1 2	M3 M4
Bodenschutz in der Landwirtschaft ▪ Erfassung von Bodenerosion und -verdichtung Untersuchung über das Ausmass von Erosions- und Verdichtungsschäden in den bekannten Gebieten und Ergreifung gezielter Massnahmen zur Bekämpfung in einem Pilotversuch ▪ Bodenschonende Anbauverfahren Förderung bodenschonender, pflugloser Anbauverfahren (Frässaat, Direktsaat, usw.) zur wirksamen Bekämpfung von Erosion und Bodenverdichtung. Pilotversuch kombiniert mit Weiterbildungskursen und Flurbegehungen zur Erhöhung der Akzeptanz bodenschonender Anbaumethoden	2 3	M5
Öffentlichkeitsarbeit ▪ Bodenpfad Steinhauserwald Realisierung eines Themenwegs Boden in Zusammenarbeit mit dem ARP, KFA, KAZ und LBBZ im Naherholungsgebiet des Steinhauserwaldes ▪ Informationsveranstaltung bodenschonende Bewirtschaftung Informationsveranstaltung zum Thema bodenschonende Bewirtschaftung durch das LBBZ und die Fachstelle Boden in Zusammenarbeit mit den landwirtschaftlichen Organisationen	1 3	M6
Bodeninformation / Bodenkarten ▪ Aufarbeitung und Integration der Bodenprofile in die Bodenkarte	1-2	M7

Aufgrund des aufgezeigten Handlungsbedarfes werden nach der Priorisierung der beteiligten Fachstellen folgende mit Prioritäten versehenen Massnahmen vorgeschlagen:

Tabelle 3: Massnahmen mit Prioritäten 1 und 2 (gemäss Kap. 5.1)

Handlungsfeld	Massnahme	Bezeichnung	Priorität
Koordination der Bodenschutz-tätigkeiten	Koordinationsgruppe für den Bodenschutz	M1	1-2
Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung	ZUDK-Projekt KABO Z-CH	M2	1
Bodenschutz beim Bauen	Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben	M3	1
	Erfolgskontrolle der Terrainveränderungen	M4	2
Bodenschutz in der Landwirtschaft	Erfassung von Bodenerosion und -verdichtung	M5	2
Öffentlichkeitsarbeit	Bodenpfad Steinhauserwald	M6	1
Bodeninformation / Bodenkarten	Aufarbeitung und Integration von Bodenprofilen in die Bodenkarte	M7	1-2

Auf die Ausarbeitung von Massnahmenblättern mit Prioritäten 3 wurde bewusst verzichtet. Dies kann bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

5.3. Massnahmenblätter

Für die Massnahmen mit Priorität 1 und 2 wurden detaillierte Massnahmenblätter ausgearbeitet (Anhang 2). Auf der Basis der festgelegten Bodenschutzziele ist pro Massnahme jeweils Veranlassung/Begründung, Nutzen, Vorgehen/Massnahme/Methode, gesetzliche Grundlage, Massnahmeart, Zuständigkeit, Federführung, Konflikt, Ergebnis, Werkzeuge/Grundlagen im Bodenschutzkonzept und eine Aufwand- und Kostenschätzung beschrieben. Diese Massnahmenblätter sind die Grundlage für die Auslösung von konkreten Aufgaben bzw. Projekten. Der verwaltungsinterne Aufwand sowie die anfallenden externen Kosten wurden grob abgeschätzt.

6. Umsetzung der Massnahmen

Die zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Ressourcen sind im Hinblick auf den aufgezeigten Handlungsbedarf relativ knapp bemessen (Tabelle 4 in Kap. 6.1 und Tabelle 5 in Kap. 6.2). Das vorliegende Konzept hat sich jedoch zum Ziel gesetzt, mit den vorhandenen Mitteln auszukommen, so dass die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen grundsätzlich gewährleistet sein sollte. Die Massnahmen müssen jedoch gestaffelt über einen mittelfristigen Zeitraum von fünf Jahren verteilt werden. Die Umsetzungsplanung ist im Massnahmenkatalog im Anhang 1 dargestellt.

6.1. Personelle Ressourcen

Die Fachstelle Bodenschutz im AfU verfügt zur Zeit über 40 Stellenprozent, die vom Fachverantwortlichen Boden neben den Aufgaben im Gewässerschutz (Siedlungsentwässerung) und in der EDV als IT-Verantwortlicher des AfU wahrgenommen werden. Die anstehenden prioritären Aufgaben müssen zeitlich gestaffelt angegangen werden (Tabelle 4). Durch die beschränkten personellen Eigenmittel wird es auch in Zukunft unumgänglich sein, externe Firmen mit der Erarbeitung und Durchführung von Projekten zu beauftragen. Das AfU hat als verantwortliche Fachstelle Bodenschutz diese externen Aufträge zu begleiten und zu koordinieren.

Der Massnahmenkatalog in Anhang 1 gibt einen Überblick über den geplanten zeitlichen Verlauf der in den Massnahmenblättern detailliert beschriebenen Massnahmen (Anhang 2). Dieser Katalog enthält nur diejenigen Bodenschutzmassnahmen, die neu angegangen werden müssen oder eine deutliche Änderung zum bisherigen Vollzug erfahren. Es wird vorausgesetzt, dass Massnahmen, die bereits heute umgesetzt werden oder nicht geändert werden, im heutigen Umfang weiter geführt werden.

Bei der Umsetzung von neuen Aufgaben bzw. Massnahmen können jedoch erfahrungsgemäss trotz Prioritätensetzung Verzögerungen auftreten. Dadurch besteht die Gefahr, dass gewisse Problemverschärfungen auftreten, die nicht erkannt werden. Im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung des Bodenschutzes, wird bei einer langfristigen Planung ein moderater Ausbau der heutigen Mittel unumgänglich sein. Tabelle 4 gibt einen Überblick über den grob geschätzten Zeitbedarf der Fachstelle Bodenschutz für die prioritären Aufgaben in den Jahren 2009 bis 2013. Der zeitliche Aufwand für die anderen mitbeteiligten Amtsstellen ist schwierig abzuschätzen und ist in der Gröszenordnung von einigen Tagen anzunehmen.

Tabelle 4: Personelle Ressourcen (geschätzte Arbeitstage)

Handlungsfeld		2009 ¹⁾	2010 ¹⁾	2011 ¹⁾	2012 ¹⁾	2013 ¹⁾
Aufgabe/Massnahme - Teilschritt		[Anzahl Tage]				
M1	Koordinationsgruppe für den Bodenschutz - halbjährlicher Infoaustausch aller Bodenschutz beteiligter Amtsstellen	5	5	5	5	5
M2	Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung (KABO Z-CH) - Erarbeitung Detailkonzept - Realisierung/Umsetzung Monitoring - 1. KABO Z-CH-Runde	15	15	15	15	15
M3	Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben - Erarbeitung Konzept/Vollzugshilfe - Erarbeitung Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden im ZUGIS/ZUGMAP - Schulung/Einführung/Umsetzung	10	10 5	15 10	10	
M4	Erfolgskontrolle bei Terrainveränderungen - Erarbeitung Konzept/Vollzugshilfe - Erarbeitung Karte Terrainveränderungen im ZUGIS/ZUGMAP - Einführung/Umsetzung				10	10 5
M5	Erfassung von Bodenerosion und Verdichtung - Untersuchung über das Ausmass - Ergreifung gezielter Massnahmen (Pilotversuch)				10	10
M6	Bodenpfad Steinhauserwald - Realisierung/Umsetzung - Unterhalt	20	5	5	5	5
M7	Aufarbeitung und Integration von Bodenprofilen in die Bodenkarte - Aufarbeitung ins Migraprofil (BI-CH-Datenbank) - Nachführung der Bodenkarte im ZUGIS/ZUGMAP	5	10			
TOTAL		55	50	50	55	50

¹⁾ Angegeben ist der Arbeitsaufwand für prioritäre neue Aufgaben. Nicht enthalten sind Daueraufgaben wie z.B. Fachbereichsarbeit, Vollzugsberatung, interkantonale Zusammenarbeit

Die Zeitplanung, wie auch die Priorisierung selbst, ist aus der heutigen Situation zu beurteilen. Je nach Änderung der Randbedingungen können sehr schnell Verschiebungen auftreten, sei es in der zeitlichen Abfolge oder bei den Prioritäten. Der amtsinterne Aufwand ist für gewisse Massnahmen schwer abschätzbar und daher nur als Richtgrösse zu verstehen. Er erscheint jeweils in der jährlichen Budgetplanung für den Bodenschutz. Die neuen Aufgaben bedingen einen vergleichsweise höheren Personaleinsatz beim AfU neben den bisherigen Vollzugsaufgaben im Bodenschutz, der aber verkraftbar ist.

6.2. Finanzielle Ressourcen

Die grob abgeschätzten externen Kosten für die Umsetzung der Massnahmen im Bodenschutz in den nächsten fünf Jahren können aus der nachstehenden Tabelle 5 entnommen werden. Daraus wird ersichtlich, dass Gesamtkosten anfallen, die im bisherigen Budgetrahmen liegen.

Tabelle 5: Externe Kosten (2009 gemäss Budget, 2010-2013 Schätzungen)

Handlungsfeld	2009	2010	2011	2012	2013
Aufgabe/Massnahme - Teilschritt	[Franken]				
M1 Koordinationsgruppe für den Bodenschutz - halbjährlicher Infoaustausch aller Bodenschutz beteiligter Amtsstellen					
M2 Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung (KABO Z-CH) - Erarbeitung Detailkonzept - Realisierung/Umsetzung Monitoring - 1. KABO Z-CH-Runde	1)	50'000	50'000	50'000	50'000
M3 Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben - Erarbeitung Konzept/Vollzugshilfe - Erarbeitung Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden im ZUGIS/ZUGMAP - Schulung/Einführung/Umsetzung	15'000	15'000 20'000	10'000 30'000	10'000	
M4 Erfolgskontrolle bei Terrainveränderungen - Erarbeitung Konzept/Vollzugshilfe - Erarbeitung Karte Terrainveränderungen im ZUGIS/ZUGMAP - Einführung/Umsetzung				20'000	10'000 10'000
M5 Erfassung von Bodenerosion und Verdichtung - Untersuchung über das Ausmass - Ergreifung gezielter Massnahmen (Pilotversuch)				20'000	20'000
M6 Bodenpfad Steinhauserwald - Realisierung/Umsetzung - Unterhalt	50'000	5'000	5'000	5'000	5'000
M7 Aufarbeitung und Integration von Bodenprofilen in die Bodenkarte - Aufarbeitung ins Migraprofil (BI-CH-Datenbank) - Nachführung der Bodenkarte im ZUGIS/ZUGMAP	30'000	10'000			
TOTAL	95'000	100'000	95'000	105'000	95'000

1) Finanzierung durch ZUDK

6.3. Erfolgskontrolle

Bodenschutz richtet sich nach der Geschwindigkeit des im und mit dem Boden ablaufenden Geschehens. Was mit dem Boden passiert, geschieht langsam! Im Unterschied zu Wasser und Luft, sind die im Boden ablaufenden Prozesse sehr langsam. Veränderungen und Verunreinigungen sind im Boden oft schleichender Art und es dauert oft Jahre, bis erste Anzeichen sichtbar werden.

Eine Erfolgskontrolle von Massnahmen im Bodenschutz hat sich an diese Gesetzmässigkeiten zu halten. Das bedeutet allerdings nicht, dass die Wirksamkeit des Bodenschutzes erst in 10 bis 20 Jahren geprüft werden soll. Die bodenrelevanten Tätigkeiten in der Bauwirtschaft sowie Land- und Forstwirtschaft sind zu begleiten und mit den gesetzgeberischen Zielen des Bodenschutzes zu vergleichen. Nötigenfalls hat die zuständige Fachstelle regulierend bzw. korrigierend einzugreifen. In diesem Sinn ist beispielsweise auch die Massnahme Erfolgskontrolle bei Terrainveränderungen (M4) anzusehen. Das gilt jedoch selbstredend für jede neue Aufgabe bzw. Massnahme im Vollzug.

6.4. Umsetzungsplanung

Die Verantwortung zur Umsetzung der Massnahmen liegen bei der zuständigen Fachstelle. In den allermeisten Fällen liegt die Zuständigkeit beim Amt für Umweltschutz. Die Art der Massnahme ist entweder durch ein Projekt oder durch eine Daueraufgabe definiert.

Die Umsetzung und Durchführung der Massnahmen soll gemäss Zeitplan des Massnahmenkataloges erfolgen (Anhang 1). Zwei von insgesamt sieben prioritären Massnahmen sind zurzeit bereits im Gang. Es handelt sich dabei um das ZUDK-Projekt KABO Z-CH (Massnahme M7 im Handlungsfeld Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung; bereits Ende 2007 gestartet) und um den Bodenzug Steinhauserwald (Massnahme M6 im Handlungsfeld Öffentlichkeitsarbeit; als Baudirektionsziel für das Jahr 2008 festgelegt). Die restlichen fünf prioritären Massnahmen werden erst nach der Genehmigung des Bodenschutzkonzeptes durch den Regierungsrat in die Wege gemäss Zeitplan des Massnahmenkataloges eingeleitet.

7. Finanzierung und Wirtschaftlichkeit

7.1. Finanzierung

Die Kosten für die Umsetzung der Massnahmen werden in das jährliche Budget der federführenden kantonalen Fachstellen aufgenommen.

7.2. Nutzen

Das Bodenschutzkonzept berücksichtigt die gesetzlichen Bestimmungen und Rahmenbedingungen, ermöglicht eine systematische und transparente Bodenschutzpolitik, die Koordinierung der Vollzugsaufgaben im Bodenschutz des Kantons und bringt unter optimaler Nutzung der vorhandenen Ressourcen den bestmöglichen Nutzen.

7.3. Risiken

Die Umsetzung des Bodenschutzes nach dem vorliegenden Konzept ist mit den bestehenden Personalressourcen ein ehrgeiziges Vorhaben. Die neuen Massnahmen bedingen neben den bisherigen Vollzugsaufgaben im Bodenschutz einen geringfügig höheren Personaleinsatz im AfU, der jedoch verkraftbar ist, ohne die anderen zugewiesenen Aufgaben zu vernachlässigen. Unter der Voraussetzung, dass keine grossen Budgetkürzungen in den federführenden kantonalen Fachstellen erfolgen, bestehen keine weiteren Risiken.

Zug, 28. Januar 2009

Bruno Mathis, Fachverantwortlicher Bodenschutz

Anhang

Anhang 1: Massnahmenkatalog

Anhang 2: Massnahmenblätter

Anhang 3: Literatur- /Grundlagenverzeichnis

Anhang 1: Massnahmenkatalog

Handlungsfeld	Aufgabe/Massnahme	2009	2010	2011	2012	2013	später
	- Teilschritt						
M1	Koordinationsgruppe für den Bodenschutz - halbjährlicher Infoaustausch aller Bodenschutz beteiligter Amtsstellen						
M2	Kantonale Bodenbeobachtung und -überwachung (KABO Z-CH) - Erarbeitung Detailkonzept - Realisierung/Umsetzung Monitoring - 1. KABO Z-CH-Runde						
M3	Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben - Erarbeitung Konzept/Vollzugshilfe - Erarbeitung Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden im ZUGIS/ZUGMAP - Schulung/Einführung/Umsetzung						
M4	Erfolgskontrolle bei Terrainveränderungen - Erarbeitung Konzept/Vollzugshilfe - Erarbeitung Karte Terrainveränderungen im ZUGIS/ZUGMAP - Einführung/Umsetzung						
M5	Erfassung von Bodenerosion und Verdichtung - Untersuchung über das Ausmass - Ergreifung gezielter Massnahmen (Pilotversuch)						
M6	Bodenpfad Steinhauserwald - Realisierung/Umsetzung - Unterhalt						
M7	Aufarbeitung und Integration von Bodenprofilen in die Bodenkarte - Aufarbeitung ins Migraprofil (BI-CH-Datenbank) - Nachführung der Bodenkarte im ZUGIS/ZUGMAP						

Anhang 2: Massnahmenblätter

Koordinationsgruppe für den Bodenschutz

M1

Beschrieb

Kapitel 4.1, Seite 30

Veranlassung/Begründung

Der Bodenschutz muss von allen Bodenschutzakteuren gemeinsam und zielgerichtet vollzogen werden. Als interdisziplinäre Aufgabe müssen sich damit verschiedene kantonale Fachstellen befassen (AfU, ARP, KFA, LBBZ, LWA und ADA). Eine enge Vernetzung ist unentbehrlich. Doppelspurigkeiten sind durch fallweise Zuteilung der Federführung zu vermeiden. Um die zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Ressourcen optimal zu nutzen, ist die Koordination der Bodenschutzaktivitäten von grosser Bedeutung.

Bodenschutz-Ziele

- Die Zuständigkeiten im Bodenschutz sind auf Stufe Kanton in allen Belangen geregelt und werden von allen am Bodenschutz beteiligten Fachstellen mitgetragen
- Die Zusammenarbeit in den einzelnen Bereichen Bodenschutz, Raumplanung, Land- und Forstwirtschaft sowie Landwirtschaftliche Bildung und Beratung sind auf Stufe Kanton koordiniert
- Die Zusammenarbeit untereinander ist zu intensivieren und zu pflegen.

Nutzen

Besonders wichtige Partner des Bodenschutzes sind die Raumplanung, die Landwirtschaft und die Forstwirtschaft. Die Zusammenarbeit mit ihnen muss intensiviert und gepflegt werden. Eine klare Regelung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten der Fachstellen ermöglicht eine klarere Definition der Aufgaben im Bodenschutz und eine klare Abgrenzung unter den Fachstellen. Dies führt einerseits zu einer verbesserten Zusammenarbeit in den einzelnen Bereichen und andererseits zu einer optimalen Nutzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen. Der möglichst effiziente Einsatz von vorhandenen Ressourcen für den Vollzug erhöht die Akzeptanz der Massnahmen und verringert den Aufwand.

Vorgehen/Massnahme/Methode

Schaffung einer Koordinationsgruppe für den Bodenschutz mit allen am Bodenschutz beteiligten kantonalen Fachstellen (AfU, ARP, KFA, LWA, LBBZ und ADA). Die Zusammenarbeit und Koordination der am Bodenschutz beteiligten Amtsstellen ist durch Intensivierung des Informations- und Datenaustausches sowie durch Einführung von klaren Verfahrensabläufen zu verbessern. Die Zusammenarbeit ist durch folgende Massnahmen aufzubauen:

- Regelmässige Informationstreffen aller am Bodenschutz beteiligten kantonalen Fachstellen (AfU, ARP, KFA, LWA, LBBZ und ADA) ein- bis zweimal jährlich, themen- bzw. projektbezogen
- Zuteilung der Verantwortlichkeiten und Einführung klarer Verfahrensabläufe in allen Bereichen (insbesondere bei Terrainveränderungen, Bodenerosion und –verdichtung aufgrund vorausgehender Absprachen)

Gesetzliche Grundlage

Art. 6 USG; Art. 4 VBBo

Massnahmeart

Daueraufgabe

Zuständigkeit/Federführung

- Alle im Bodenschutz beteiligten Fachstellen (AfU, ARP, KFA, LWA, LBBZ und ADA)
- Federführung beim AfU

Konflikt

Nicht vorhanden

Ergebnis

- gemeinsame Beschlüsse und Aktionen, evtl. weiterführende Projekte
- Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten

Werkzeuge/Grundlagen

Keine vorhanden

Aufwand- und Kostenschätzung

- Verwaltungsinterner Aufwand: jährlich ca. 5 Tage
- Externe Kosten: 0 Fr.

Beschrieb

Kapitel 4.3, Seiten 31-33

Veranlassung/Begründung

Seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert hat die von Menschen verursachte chemische und physikalische Belastung der Böden stark zugenommen. Die Aufenthaltszeit der Schadstoffe im Boden ist um ein Vielfaches länger als in den Gewässern und in der Luft. Bodenverdichtungen und Bodenerosion sind weitgehend irreversibel. Ein belasteter Boden kann kaum mehr saniert werden. Im Hinblick auf die Vorsorge kommt deshalb der Bodenbeobachtung und -überwachung eine grosse Bedeutung zu. Über den aktuellen Zustand und das Ausmass von Bodenbelastungen sind im Kanton Zug heute nur ungenügende Kenntnisse vorhanden. Das kantonale Bodenbeobachtungsnetz (KABO ZG) wurde seit 1995 nicht mehr weiter beprobt. Legitimation und Planung von Bodenschutzmassnahmen sollten sich nicht nur von Vermutungen ableiten, sondern müssen durch aktuelle Daten aus Bodenuntersuchungen belegt und mittels Erfolgskontrolle überprüft werden.

Bodenschutz-Ziele

- Keine weiteren Bodenbelastungen durch nicht abbaubare Schadstoffe und keine Bodenverdichtungen, die nicht innerhalb von ein bis zwei Jahrzehnten nicht regenerierbar sind (Nachhaltigkeitsziel)
- Der Zustand der chemischen, biologischen und physikalischen Bodenbelastungen ist für den Kanton Zug bekannt.
- Das Langzeitmonitoring soll gemäss einem gemeinsamen Konzept zur kantonalen Bodenbeobachtung und -überwachung (KABO Z-CH) der Zentralschweizer Umweltfachstellen erfolgen.
- Problembezogene Untersuchungen bzw. Spezialthemen ergänzen die KABO Z-CH und sollen nach dem gleichen Konzept erfolgen.

Nutzen

Die Früherkennung von Bodenbelastungen ist die grundlegende Aufgabe eines vorbeugenden Bodenschutzes. Im Hinblick auf die Vorsorge wird ein langfristiges und zuverlässiges Warnsystem benötigt, um Bodenbelastungen rechtzeitig zu erkennen und gravierende Schäden zu verhindern. Andernfalls sind verspätete und falsche Signale an die politischen Entscheidungsträger nicht auszuschliessen. Die wirtschaftlichen Folgen der Qualitätsverluste des Bodens durch Verminderung der Fruchtbarkeit und die Kosten allfälliger Dekontaminationen sind beträchtlich. Die KABO liefert Daten für die Berichterstattung und für die Information der Politik und Öffentlichkeit.

Vorgehen/Massnahme/Methode

Die Zentralschweizer Fachstellen Bodenschutz (FABO Z-CH) beabsichtigen im Rahmen eines ZUDK-Projektes eine gemeinsame KABO (KABO Z-CH) aufzubauen und zu betreiben. Das Projekt soll nach den neuesten Erkenntnissen und Methodik der Nationalen Bodenbeobachtung NABO und

des Netzwerks Umweltbeobachtung Schweiz (NUS) durchgeführt werden. Es wird eine Kombination von Dauerbeobachtung und Spezialthemen wie z.B. Versauerung von Waldstandorten oder Schadstoffe an Immissionslagen angestrebt. Hierzu wird zuerst von einem externen Fachbüro ein Detailkonzept ausgearbeitet, das im Sommer 2009 vorliegen wird. Die Ausarbeitung des Detailkonzeptes wird von der ZUDK finanziert. Die Finanzierung der Umsetzung der KABO Z-CH soll über die ordentlichen Budgets der Zentralschweizer Umweltschutzfachstellen erfolgen.

Gesetzliche Grundlage

Art. 6 und 44 USG; Art. 4 VBBo

Massnahmeart

Konzept, Langzeitmonitoring als Daueraufgabe und themenspezifische Untersuchungen in Form von Projekten

Zuständigkeit/Federführung

- Fachstellen Bodenschutz der Zentralschweizer Umweltschutzfachstellen (FABO Z-CH)
- Federführung beim AfU im Auftrag der Zentralschweizer Umweltdirektionen (ZUDK)

Konflikt

Nicht vorhanden

Ergebnis

- Detailkonzept und anschl. Realisierung für gemeinsam betriebenes Bodenmonitorings
- Langzeitmonitoring und problembezogene Untersuchungen von Spezialthemen in Form von Projekten
- Gemeinsame Datenbank für die analysierten Bodendaten z.B. mit NABODAT
- Auswertungen und Berichte zum Bodenmonitoring und zur Bodenqualität, evtl. Internetauftritt

Werkzeuge/Grundlagen

- Diverse Untersuchungen und Berichte im Rahmen des ersten KABO ZG
- Diverse Berichte zur Bodenqualität anderer Kantone
- Projektskizze KABO Z-CH und Pflichtenheft für die Ausschreibung
- Detailkonzept KABO Z-CH (zurzeit in Erarbeitung, wird im Sommer 2009 vorliegen)

Aufwand- und Kostenschätzung

- Verwaltungsinterner Aufwand: ca. 30 Tage für die Realisierung, ca. 15 Tage für die jährliche Umsetzung
- Externe Kosten: 100'000 Fr. für die Erarbeitung des Detailkonzeptes (durch ZUDK), ca. 30'000-50'000 Fr. für die jährliche Umsetzung

Beschrieb

Kapitel 4.4, Seiten 34-35

Veranlassung/Begründung

Die Bautätigkeit löst im erheblichen Umfang Bodenverschiebungen aus. Beim Bauen wird meist Oberboden abgeschält und andernorts z.B. für Rekultivierungen, Umgebungsgestaltungen oder Terrainveränderungen wieder verwendet. Stammt der Bodenaushub aus der Nähe von diffusen Schadstoffquellen (z.B. Strassen, Eisenbahnlinien, Schreber- und Familiengärten, Hochspannungsmasten, etc.) ist er in der Regel über dem Richtwert gemäss BUWAL-Wegleitung "Bodenaushub" belastet. Wird solcher Bodenaushub unkontrolliert verschoben und verwertet, besteht die Gefahr, dass der bisher saubere Boden belastet wird.

Bodenschutz-Ziele

- Die gesetzeskonforme Verwertung bzw. Entsorgung von Bodenmaterial wird kontrolliert.
- Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben mit belastetem Boden sind so zu lenken, damit es zu keiner Verschleppung von belastetem Bodenmaterial auf unbelastete Standorte kommt.
- Belastete Böden werden nicht in der Landwirtschaft oder im Gartenbau verwertet.
- Auf der Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden sind alle Flächen aufgeführt, bei denen aufgrund ehemaliger oder aktueller Nutzung mit Schadstoffbelastungen in den obersten Bodenschichten zu rechnen ist. Jede Fläche enthält eine grobe Verdachtsbewertung inkl. Priorisierung.

Nutzen

Qualitätsverluste des Bodens durch Verminderung der Fruchtbarkeit als Folge von Schadstoffbelastungen und die Kosten allfälliger Dekontaminierungen können durch die Verhinderung neuer Bodenbelastungen vermieden werden.

Auf der Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden soll ersichtlich sein, für welche Flächen aufgrund ihrer ehemaligen oder aktuellen Nutzung mögliche Schadstoffbelastungen vorliegen⁶⁸. Sie beinhaltet all jene Flächen, für die Belastungshinweise bekannt sind. Für bestimmte Typen von Bodenbelastungen z.B. Nahbereich von Strassen und Bahnlinien lassen sich allgemeine Kriterien für deren Ausdehnung herleiten. Nach diesen Kriterien können die Flächen mit begründeten Hinweisen auf Bodenbelastungen mit geringen Kosten gesamthaft bezeichnet werden. Weitere wichtige Belastungshinweise bilden z.B. Familiengärten, Umgebung korrosionsgeschützter Metallbauten und Schiessanlagen. Die Karte der potentiell belasteten Böden bietet für den Vollzug von Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben eine wertvolle Entscheidungshilfe und erleichtert den gesetzeskonformen Umgang mit Bodenaushub gemäss BUWAL-Wegleitung. Die Zusammenstellung der

⁶⁸ Die Karte der potentiell schadstoffbelasteten Böden ist nicht deckungsgleich mit dem Kataster der belasteten Standorte, welcher ausschliesslich Betriebs-, Ablagerungs- und Unfallstandorte aufzeigt. Auf diesen Standorten wird die Verschiebung von Boden und Untergrund im Rahmen der Altlastenbewirtschaftung gelenkt. Obwohl gewisse Überschneidungen bestehen, werden im Kataster der belasteten Standorte keine diffusen Bodenkontaminationen aufgenommen.

Flächen mit vermuteten Bodenbelastungen dient als Grundlage für weitere Massnahmen sowie die Beurteilung von Baugesuchen, Erdverschiebungen, Erdzwischenlagerungen und Rekultivierungen. Eine allfällige Aufnahme der vermuteten Bodenbelastungsflächen in den kantonalen Richtplan ist zu prüfen.

Vorgehen/Massnahme/Methode

Die Vollzugshilfe und die Karte der potentiell belasteten Böden sind pragmatisch und problemorientiert zu erarbeiten, z.B. durch Erhebung von typisierbaren Bodenbelastungen. Für bestimmte Typen von Belastungen lassen sich allgemeine Kriterien für deren Ausdehnung herleiten. Nach diesen Kriterien können in einem die Flächen mit begründeten Hinweisen auf Bodenbelastungen mit geringen Kosten bezeichnet werden (Flächen mit potentiellen Bodenbelastungen), die bei den Flächen mit grossem Belastungsverdacht durch Bodenuntersuchungen validiert werden. Das Vorgehen orientiert sich an bereits existierende Vollzugshilfsmittel in den Kantonen UR, SG und ZH. Die Methodik ist entwickelt und erste Erfahrungen im Vollzug vorhanden. Diese werden in das Projekt integriert.

Gesetzliche Grundlage

Art. 34 USG; Art. 4 und 5 sowie 7 - 10 VBBo

Massnahmeart

Projekt

Zuständigkeit/Federführung

AfU

Konflikt

Die gesetzeskonforme Entsorgung von belastetem Bodenaushub führt zu Mehrkosten gegenüber der Verwertung in der Landwirtschaft und im Gartenbau.

Ergebnis

- Vollzugshilfe Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben
- Karte der potentiell belasteten Böden im ZUGIS/ZUGMAP
- Information der Baubranche.

Werkzeuge/Grundlagen

- Vollzug des chemischen Bodenschutzes/Vollzugshilfe Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben der Kantone UR, SG und ZH und deren Vorgehenskonzepte
- Karte der potentiell belasteten Böden

Aufwand- und Kostenschätzung

- Verwaltungsinterner Aufwand: ca. 60 Tage
- Externe Kosten: ca. 80'000-100'000 Fr.

Beschrieb

Kapitel 4.4, Seiten 35-37

Veranlassung/Begründung

Terrainveränderungen stellen häufig eine Entsorgungslösung für (Boden-)Aushub dar. Terrainveränderungen im Zusammenhang mit der Entsorgung von Aushub von Bauten aus der Landwirtschaft und Nichtlandwirtschaft dar. Sie entsprechen häufig nicht dem Stand der Technik und führen zu einer Verminderung der Bodenqualität. Die Situation bei Terrainveränderungen hat sich aufgrund des seit 2003 geltenden Bewilligungsverfahrens insbesondere bei grösseren Vorhaben ab 1000 m³ zwar verbessert. Die fachliche bzw. bautechnische Ausführung von Vorhaben lässt jedoch häufig zu wünschen übrig (siehe auch Kap. 4.4). Terrainveränderungen werden auch in Zukunft von Dritten geplant und sind fachlich korrekt auszuführen. Das AfU ist zuständig deren fachtechnisch korrekte Ausführung bezüglich ihrer Qualität sicherzustellen. Abgesehen von vereinzelten Kontrollen haben bisher keine Bauabnahmen und Kontrollen der Folgebewirtschaftung von fertig gestellten Terrainveränderungen stattgefunden.

Bodenschutz-Ziele

Terrainveränderungen sind fachgerecht auszuführen. Grössere Vorhaben ab 5'000 m² Fläche sind durch eine projektbegleitende Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) fachmännisch auszuführen und nach Abschluss der Arbeiten sowie nach Ablauf der Folgebewirtschaftung die korrekte Bauausführung mit einer Abnahme zu kontrollieren. Die fachmännische Ausführung gilt selbstredend auch für kleinere Terrainveränderungen. Gemäss Richtplanbeschluss L.2.2 zum Bodenschutz werden Terrainveränderungen und Rekultivierungen von Fachpersonen überwacht. Mit einer periodischen Erfolgskontrolle soll die Qualität der ausgeführten Terrainveränderungen sichergestellt werden.

Nutzen

Die Landwirte haben ein langfristiges Eigeninteresse, die Fruchtbarkeit ihrer Böden zu erhalten und an ihre Nachfolger zu weitergeben zu können. Zudem gibt es ganz kurzfristige wirtschaftliche Gründe, Qualitätsverluste durch unsachgemäss ausgeführte Terrainveränderungen zu vermeiden: Diese führen häufig zu Verdichtungen bzw. Vernässungen und damit zu einem Minderertrag auf der entsprechenden Landwirtschaftsfläche. Zudem sind technische Sanierungsarbeiten nachträglich sehr aufwändig und mit hohen Kosten verbunden. Bewilligte Terrainveränderungen werden dokumentiert und können im Einzelfall nachvollzogen werden. Durch die Erfolgskontrolle wird sichergestellt, dass erfolgte bzw. zukünftige Terrainveränderungen fachgerecht ausgeführt wurden bzw. werden.

Vorgehen/Massnahme/Methode

Durchführung von periodischen Erfolgskontrollen von repräsentativen, kleinen und grossen Terrainveränderungen nach Ablauf der Folgebewirtschaftung. Erstellen einer einfachen Datenbank mit einem Übersichtsplan im ZUGIS/ZUGMAP. Nach Vorliegen der Resultate ist die Vollzugshilfe anzupassen.

Gesetzliche Grundlage

Art. 33 USG; Art. 6 und 7 VBBo

Massnahmeart

Daueraufgabe

Zuständigkeit/Federführung

- AfU, ARP, LWA, LBBZ, ADA
- Federführung beim AfU

Konflikt

Der wirtschaftliche Druck auf die Landwirtschaftsbetriebe zwingt zu betrieblicher Rationalisierung. Aus Sicht der Landwirte sind Terrainveränderungen oft notwendig, um den Boden besser bewirtschaften können, obwohl die Verbesserung der maschinellen Bewirtschaftung gemäss bodenschutzrechtlicher Vorgaben als Begründung für solche Vorhaben alleine nicht ausreicht. Eine Bewilligung kann nur erteilt werden, wenn die Notwendigkeit einer Bodenverbesserung sachlich begründet ist. Voraussetzung ist jedoch, dass keine überwiegenden anderen Interessen z.B. Natur-, Gewässer-, Landschaftsschutz, Wald, Archäologie etc. dagegen sprechen.

Ergebnis

Periodischer Bericht über die Qualität der ausgeführten Terrainveränderungen mit anschliessender Überprüfung der Vollzugshilfe. Kataster und Karte der ausgeführten Terrainveränderungen.

Werkzeuge/Grundlagen

- ZUDK-Merkblätter "Entsorgung von Aushub" und "Umgang mit Boden"
- AfU-Merkblatt "Terrainveränderungen zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaftszone"

Aufwand- und Kostenschätzung

- Verwaltungsinterner Aufwand: ca. 25 Tage
- Externe Kosten: ca. 30'000 - 40'000 Fr. alle fünf Jahre

Beschrieb

Kapitel 4.5, Seiten 37-39

Veranlassung/Begründung

Das Ausmass von Erosion und Verdichtung insbesondere auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sind im Kanton Zug nicht bekannt. Belastungen sind wenn immer möglich vorbeugend zu verhindern. Erosion und Verdichtung in der Landwirtschaft sind oft Folge einer nicht sachgemässen oder nicht standortgerechten Bodenbewirtschaftung. Strukturwandel in der Landwirtschaft wie auch häufiger werdende Starkniederschläge erhöhen dieses Risiko. Durch die Verfügbarkeit von leistungsfähigen grossen Maschinen, die selbst bei schwierigen Verhältnissen noch ins Feld fahren, hat sich das Risiko von Bewirtschaftungsfehlern gegenüber früher erhöht (starke Zunahme der Achslast in den vergangenen 10 Jahren). Hoher Zeitdruck bei der Ausführung von Feldarbeiten lässt keine Freiräume fürs Abwarten von günstigeren Bodenverhältnissen. Das Gefährdungspotenzial ist auf vernässten sowie auf staunassen Böden vor allem im Unterboden als hoch einzustufen, da hier im Gegensatz zum Oberboden - das Regenerationspotenzial sehr gering ist.

Der Vorsorge ist im physikalischen Bodenschutz ein grosser Stellenwert beizumessen: die Bewirtschaftung muss den Möglichkeiten und Einschränkungen angepasst werden, die sich aus den Klima- und Bodeneigenschaften (landwirtschaftliche Nutzungseignung) ergeben. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine fachkundige landwirtschaftliche Praxis keine nachhaltigen Bodenschäden verursacht. Vernässte und verdichtete Böden sind anfällig für Erosion.

Bodenschutz-Ziele

- Standortgerechte Bodennutzungen und bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden werden gefördert
- Die Grundsätze des Bodenschutzes sind den Landwirten bekannt und werden mit der landwirtschaftlichen Beratung gefördert
- Erosions- und Verdichtungsgefährdete Böden sind bekannt. Bekämpfung der Erosion und Verdichtung, wo sie beobachtet werden.

Nutzen

Neben dem langfristigen Eigeninteresse, die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhalten und an seine Nachfolger weitergeben zu können, gibt es für den Landwirt auch ganz kurzfristige wirtschaftliche Gründe, Erosion und Verdichtungen zu vermeiden. Beim heutigen wirtschaftlichen Druck auf die Landwirtschaft müssen Kosten und Zeit eingespart werden. Dies gelingt z.B. dann, wenn die Intensität der Bodenbearbeitung dank Mulch- und Direktsaat-Verfahren verringert werden kann. Diese lassen sich nur einsetzen, wenn der Boden nicht verdichtet ist.

Koordiniertes und frühzeitiges Erfassen von Schäden ermöglicht auch rechtzeitiges Eingreifen. Es können geeignete Massnahmen getroffen werden. Der Kanton ist mit der Zeit besser orientiert über das Ausmass und das örtliche Auftreten von Bodenerosion und -verdichtungen.

Vorgehen/Massnahme/Methode

- Untersuchung über das Ausmass von Erosions- und Verdichtungsschäden in den bekannten Gebieten
- Umsetzung der Ergebnisse aus dem Projekt "Von Bauern- für Bauern" in bäuerlichen Netzwerken bzw. "Runder Tisch" mit dem LWA und dem LBBZ
- Gezielte Massnahmen zur Bekämpfung von Bodenerosion und -verdichtung in einem Pilotversuch
- Prüfung der Förderung bodenschonender Anbaumethoden mittels finanzieller Anreizsystemen z.B. Kt. BE

Gesetzliche Grundlage

Art. 33 USG; Art. 6 VBBo

Massnahmeart

Projekt

Zuständigkeit/Federführung

- AfU, LWA, LBBZ
- Federführung beim AfU

Konflikt

Nicht vorhanden

Ergebnis

Das AfU und das LBBZ sind besser über Erosion und Verdichtung informiert. Das AfU führt im ZUGIS eine Übersichtskarte mit den bekannten Fällen und koordiniert die Bemühungen zum Schutze des Bodens zwischen allen involvierten Stellen (insbesondere mit dem LBBZ).

Werkzeuge/Grundlagen

- Projekt "Von Bauern - für Bauern"
- Bodenkarte (landwirtschaftliche Nutzungseignung)

Aufwand- und Kostenschätzung

- Verwaltungsinterner Aufwand: ca. 20 Tage
- Externe Kosten: ca. 40'000 Fr.

Beschrieb

Kapitel 4.8, Seiten 44-45

Veranlassung/Begründung

Der Boden ist nur für einen kleinen Teil der Bevölkerung (Landwirte, Gärtner und Förster) täglich präsent. Die meisten Menschen unserer Gesellschaft ignorieren den Boden als wertvolle Ressource, die es nachhaltig zu schützen gilt, wenn sie auch für unsere Kinder noch zur Verfügung stehen soll: Sie assoziieren mit Boden nur als "Dreck unter unseren Füßen" oder als Baugrund, dessen Wert nur noch durch die Grundstückspreise deutlich wird. Umfassender Bodenschutz kann jedoch nur gelingen, wenn die Bedeutung der Böden, deren Gefährdung und die daraus resultierenden Folgen allen Bevölkerungskreisen bewusst werden.

Bodenschutz-Ziele

- Die Öffentlichkeit ist für den Bodenschutz sensibilisiert und wird regelmässig über den Zustand der Zuger Böden informiert
- Realisierung des Themenwegs Boden als Baudirektionsziel 2008 in Zusammenarbeit mit dem ARP, LBBZ, KFA und ADA.

Nutzen

Die Besucher/Innen des Bodenpfades sind besser informiert über den Boden als wertvolle Ressource, die es nachhaltig zu schützen gilt. Der Bodenpfad richtet sich in erster Linie an Laien (Freizeittouristen und Schulklassen der Oberstufe als Zielgruppen). Er soll den Besucher/Innen einen Einblick in die Bodenwelt ermöglichen, mit dem Ziel die Wertschätzung für den Boden zu steigern. Der Themenweg Boden soll den Schulklassen der Zuger Oberstufe für den Naturkunde Unterricht zur Verfügung stehen. Dazu werden ergänzend Schulmaterialien vorbereitet. Der Bodenpfad Steinhauserwald ist für eine Gesamtdauer von 10 Jahren angelegt.

Vorgehen/Massnahme/Methode

Auf einem 2.5 km langen Rundweg im und um den Steinhauserwald sollen SpaziergängerInnen, Wandernde und Zuger Oberstufen Schulen an 11 Stationen die verschiedenen Bodentypen, die Bodenbildung, das Bodenleben und die vielfältigen Funktionen des Bodens im Wald, in der Landwirtschaft und in Siedlungsgebieten näher gebracht werden. Der Themenweg befindet sich im Wald hauptsächlich auf dem Standortkundlichen Waldrundweg des Forstamtes.

Die Besucher/Innen werden dabei zielgruppenorientiert angesprochen: Freizeittouristen mit attraktiven Infotafeln an erlebnisreichen, interaktiven Stationen und einem zusätzlichen Werbefaltblatt (Broschüre), Schulklassen ergänzend mit Exkursionsunterlagen inkl. Aufgaben, die handlungsorientierte Lernzielkontrollen ermöglichen. Ergänzend wird eine Internetseite bodenpfad.ch aufgeschaltet.

Es sollen keine bodenkundliche Details vermittelt werden. Das Projekt wird extern (bodenkundlich und didaktisch) unterstützt von der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften in Wädenswil (ZHAW) und weiteren Experten.

Gesetzliche Grundlage

Art. 4 VBBö

Massnahmeart

Projekt

Zuständigkeit/Federführung

- AfU, ARP, KFA, LBBZ, ADA
- Federführung beim AfU zusammen mit ARP, LBBZ; ADA und KFA

Konflikt

Akzeptanz bei direkt Betroffenen (Gemeinde, Grundeigentümer und Bewirtschafter)

Ergebnis

- Projektskizze Themenweg Boden, AfU & Güdel UmweltSinnBildung vom Januar 2008
- Inhaltliches Konzept zum Themenweg Boden
- Bodenpfad Steinhauserwald mit Eröffnung im Frühling 2009
- Publikumsbroschüre, Internetseite und Exkursions- und Schulunterlagen mit Aufgaben für die Oberstufe

Werkzeuge/Grundlagen

- "Boden(erleben) und Boden(ge)schichten auf dem Zugerberg, Ein Themenweg-Konzept in sechs Schritten", Diplomarbeit von Karin Güdel (2006)
- "Machbarkeitsstudie Themenweg Boden. Recherchen Städtlerwald/-allmend und Steinhauserwald. Drei Grobkonzepte für den Themenweg Boden" von Karin Güdel (2007)
- Projektskizze und inhaltliches Konzept Bodenpfad Steinhauserwald (2008)

Aufwand- und Kostenschätzung

- Verwaltungsinterner Aufwand: ca. 20 Tage für die Realisierung, ca. 5 Tage für jährlichen Unterhalt
- Externe Kosten: total ca. 150'000 Fr. für die Realisierung, ca. 5'000 Fr. für jährlichen Unterhalt

Beschrieb

Kapitel 4.9, Seiten 45-46

Veranlassung/Begründung

Bodenkarten stellen das wichtigste Werkzeug für den Bodenschutz dar. Der Kanton Zug hat in den Jahren 1989 bis 1998 die gesamten Landwirtschaftsflächen kartiert (ca. 11'000 ha). Die Bodenkarte dient fach- und ämterübergreifend bei allen Belangen, die den Boden betreffen. Sie steht nach der digitalen Überarbeitung im 2006/07 auf dem Geo-Portal des Kantons im ZUGIS / ZUGMAP als digitale Karte zur Verfügung und zeigt eine Vielzahl flächenbezogener Bodendaten. Bei der Bodenkartierung wurden gleichzeitig eine Vielzahl Profil- und Bohraufnahmen aufgenommen (ca. 360). Diese wertvollen Daten zum Bodenaufbau und Bodeneigenschaften sind zurzeit nur auf Papier verfügbar.

Bodenschutz-Ziele

Die vorliegenden Bodenkarten und Bodenprofile der Landwirtschaftsflächen sind auf dem Geo-Portal des Kantons Zug ZUGIS bzw. ZUGMAP verfügbar.

Nutzen

Der Wiederbeschaffungswert aller Bodenkarten liegt gemessen am heutigen Preisniveau bei ca. 2 Mio. Fr. Diesen grossen volkswirtschaftlichen Wert gilt es zu sichern und zu erhalten. Durch die Digitalisierung der Profil- und Bohraufnahmen der Bodenkartierung werden diese wertvollen Einzeldaten für alle (im Bodenschutz Tätigen) verfügbar.

Vorgehen/Massnahme/Methode

Im Rahmen des BI-CH-Projektes sollen die verfügbaren Profil- und Bohrdaten aus der Bodenkartierung digital aufgearbeitet und in die Bodenkarte des Kantons Zug integriert werden.

Gesetzliche Grundlage

Art. 34 USG; Art. 4 VBBo

Massnahmeart

Projekt

Zuständigkeit/Federführung

AfU

Konflikt

Nicht vorhanden

Ergebnis

- Dokumentation der erfolgten Bearbeitung (Kurzbericht) und nachgeführtes Profilverzeichnis
- Bodenkarte des Kantons Zug mit integrierten Bodenprofil- und Bohrdaten

Werkzeuge/Grundlagen

- Profil- und Bohrdaten der Bodenkarte des Kantons Zug (ca. 360) auf Papier
- Projekt BI-CH (Bodeninformation der Schweiz) mit dem Programm MIGRAPROFIL

Aufwand- und Kostenschätzung

- Verwaltungsinterner Aufwand: ca. 15 Tage
- Externe Kosten: ca. 30'000 - 40'000 Fr.

Anhang 3: Literatur- und Grundlagenverzeichnis

- Amt für Umweltschutz des Kantons Zug (AfU ZG), 1992: Kantonales Bodenbeobachtungsnetz Boden, 1. Phase, Bericht vom 30. Oktober 1992
- AfU ZG, 1994: Kantonales Beobachtungsnetz Boden, 2. Phase, Bericht vom 26. August 1994
- AfU ZG, 1995: Bodenschutz: Das kantonale Beobachtungsnetz Boden (KABO), Blickpunkt Umwelt Nr. 3 März, 1995
- AfU ZG, 1998: Bodenkarte des Kantons Zug 1:5'000, Leitfaden für die Benützer der Bodenkarte, Bearbeitung AGBA AG, Ebikon
- AfU ZG, 1999: Bleibelastung bei 300 m-Schiessanlagen, Blickpunkt Umwelt Nr. 11, 1999
- AfU ZG, 1999: Die Bodenkarte: Eine Grundlage für bodenrelevante Aktivitäten, Blickpunkt Umwelt Nr. 11, 1999
- AfU ZG, 2003: Gefährden Terrainveränderungen die Bodenqualität? Blickpunkt Umwelt Nr. 19, 2003
- AfU ZG, 2003: "Erlebnis Boden", Eine Kampagne der ZUDK, Blickpunkt Umwelt Nr. 19, 2003
- AfU ZG, 2006: Handbuch für Baustellen, Herausgeber Kanton Zug - Baudirektion - Amt für Umweltschutz
- AGBA AG, 1996: Bestandesaufnahme von bodenphysikalischen Kenngrössen bei Geländeauffüllungen, FABO ZH, Ebikon
- Amt für Raumplanung des Kantons Zug (ARP ZG), 2004: Kantonaler Richtplan: Richtplantext. Beschlossen vom Kantonsrat am 28. Januar 2004
- ARE, 2006: Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF, Vollzugshilfe 2006
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), 2003: 10 Jahre Sachplan Fruchtfolgeflächen (FFF) - Erfahrungen der Kantone, Erwartungen an den Bund. Bearbeitung C. Lüscher, ARCOPLAN, Ennetbaden
- Bundesamt für Statistik (BFS), 2001: Bodennutzung im Wandel, Arealstatistik, Neuenburg
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) und BFS, 2007: Umwelt Schweiz 2007, Bern
- BAFU, 2007: Bodenschutz Schweiz - Ein Leitbild, Bern
- BAFU/Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2006: Anorganische Schadstoffgehalte in Böden der Schweiz und Veränderungen nach 10 Jahren. Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung 1985-1999, Bern
- BAFU, 2006: Ressourcenplan Boden. Ein Konzept zum planerisch-nachhaltigen Umgang mit Bodenqualität. Bearbeitung durch E. Hepperle und Th. Stoll, Institut für terrestrische Ökologie (ITÖ), ETH Zürich, 2006
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 2004: Waldprogramm Schweiz (WAP-CH), Bern

- Candidas et al., 2002: Bodenkonzzept für die Landwirtschaft, Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Bern
- Güdel UmweltSinnBildung, 2007: Machbarkeitsstudie Themenweg Boden, Schlussbericht im Auftrag des Amtes für Umweltschutz Kanton Zug, Basel
- Institut für Angewandte Pflanzenbiologie (IAP), 2004: Wie geht es unserem Wald? Ergebnisse aus Dauerbeobachtungsflächen von 1984 bis 2004, Bericht 2, Schönenbuch
- Kanton Aargau, 2005: Erfolgskontrolle Terrainveränderungen, Fachstelle Bodenschutz, Aarau
- Kanton Zug, 2004: Kantonaler Richtplan des Kantons Zug
- Meteotest, 2005: Stickstoffeinträge im Gebiet der ZUDK. Modellresultate und Karten. Version 0.2. Datenstand Mai 2005, Bern
- Nationale Bodenbeobachtung (NABO) 2005: Schwermetalle in Landwirtschaftsböden
- Stadt Zug, 2003: Familiengärten Herti, Schadstoffe im Boden, Untersuchungsbericht
- Terre AG, 2003: Beurteilung der Qualität von Geländeauffüllungen im Auftrag der FABO ZH, Egliswil
- Terre AG, 2003: Eine vergleichende Beurteilung zweier Geländeaufschüttungen im Kanton Zug, Untersuchungsbericht im Auftrag der Baudirektion des Kantons Zug, Amt für Umweltschutz, Egliswil
- Tobias et. al., 1999: Physikalischer Bodenschutz - Konzept zur Umsetzung der rechtlichen Vorgaben im USG in der VBBo. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz BGS, Dokument 9

Grundlagen Chemischer Bodenschutz

Handbücher/ Wegleitungen

- Wegleitung Bodenschutz und Entsorgungsmassnahmen bei 300m-Schiessanlagen (VBS und BUWAL, 1997)
- Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Vollzug Umwelt; BUWAL, 2001)
- Bodenverschiebungen bei Bauvorhaben (FABO ZH, 2004)
- Handbuch Gefährdungsabschätzung und Massnahmen bei schadstoffbelasteten Böden (BUWAL, 2006)

Checklisten/ Merkblätter

- Bodenbelastung bei 25m-, 50m- und 300m-Schiessanlagen. Weiteres Vorgehen - Aktuelle Aufgaben der Stadt und der Gemeinden (AfU, 2000)
- Zusammenstellung der Grenz-, Richt-, Sanierungs-, Prüfwerte für Bodenmaterialien im Sinne der Aushubrichtlinie, TVA, VBBo und der Wegleitung Bodenaushub (AfU, 2006)
- Umgang mit Boden (ZUDK, 2006, im Druck)
- Verwertung und Entsorgung von Boden und Aushub (BUWAL, ARV, AG, GR, LU, NW, OW, UR, SG, SH, SO, SZ, TG, TI, ZG, ZH; 2003)

Grundlagen Physikalischer Bodenschutz

Handbücher/ Wegleitungen

- Praktischer Bodenschutz: Anleitung für tiefbauliche Eingriffe in den Boden (AfU GR, 1997, unterstützt von AfU AR, GL, SG, SZ, TG)
- Richtlinien zum Schutz des Bodens beim Bau unterirdisch verlegter Rohrleitungen (Bundesamt für Energie, 1.1.1997)
- VSS-Normen über den Umgang mit Boden: Erdbau, Boden (SN 640. 581a-583)
- FSK-Rekultivierungsrichtlinie: Richtlinie für den fachgerechten Umgang mit Böden (FSKB, 2001)
- Bodenschutz beim Bauen (Leitfaden Umwelt; BUWAL, 2001)
- Richtlinien für Bodenrekultivierungen (FABO ZH, 2003)

Checklisten/ Merkblätter

- Bodenschutz auf der Baustelle (KBOB, 01.2000)
- Erdbewegungen BKP 114 (KBOB)
- Bodenschutz beim Bauen (pusch, 2000)
- Bodenschutz beim Bau von Golfanlagen (FABO AG, AI, BE, BL, BS, FR, GR, JU, LU, SO, SG, TG, VD, ZG, ZH, FL; 2003)
- Checkliste zum Merkblatt Bodenschutz beim Bau von Golfanlagen (FABO AG, AI, BE, BL, BS, FR, GR, JU, LU, SO, SG, TG, VD, ZG, ZH, FL; 2003)
- Archäologie und Bodenschutz (BUWAL, 2004)
- Freizeitveranstaltungen auf der „Grünen Wiese“ (FABO AG, AI, BE, BL, FR, GE, JU, LU, NE, SG, SO, SZ, TG, UR, VD, VS, ZG, ZH, FL, FAL, BUWAL; 2005)
- Terrainveränderungen zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaftszone (AfU, 2002)

Grundlagen Bodenbeobachtung und -kartierung

Handbücher/ Wegleitungen

- Wegleitung zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau Zürich-Reckenholz (FAL), 1991
- Kartieranleitung: Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Schriftenreihe der FAL 24, 1997
- Klassifikation der Böden der Schweiz, FAL, 2002
- Bodengefüge: Ansprechen und Beurteilen mit visuellen Mitteln (Schriftenreihe der FAL 41, 2002) Handbuch Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden (Vollzug Umwelt; BUWAL, 2003)
- Bodenkarte des Kantons Zug, Massstab 1:5'000, Baudirektion des Kantons Zug, 1998; aufgearbeitet mit Detaillegende auf ZUGIS (AfU, 2006).