

Bodenstrategie Schweiz

für einen nachhaltigen Umgang mit dem Boden



Bodenstrategie Schweiz

für einen nachhaltigen Umgang mit dem Boden

Impressum

Herausgeber

Schweizerischer Bundesrat

Projektoberleitung

Franziska Schwarz (BAFU)

Bettina Hitzfeld (BAFU)

Gabriele Schachermayr (BLW)

Samuel Vogel (BLW)

Stephan Scheidegger (ARE)

Martin Vinzens (ARE)

Projektleitung

Ruedi Stähli (BAFU)

Michael Zimmermann (BLW)

Reto Camenzind (ARE)

Mitwirkung

Sektion Boden (BAFU)

Andrea Ulrich (BLW)

Andreas Möri (swisstopo)

Andreas Schellenberger (BAFU)

Béatrice Werffeli (BAFU)

Daniel Felder (BLW)

Elena Havlicek (BAFU)

Erwin Wieland (ASTRA)

Eva Reinhard (BLW)

Fabio Wegmann (BAFU)

Gérard Poffet (BAFU)

Hans-Peter Nützi (BFE)

Harald Bentlage (BAFU)

Peter Trachsel (Bodenschutzfachstelle Kanton Bern)

Petra Schmocker-Fackel (BAFU)

Sabine Augustin (BAFU)

Stefan Volken (swisstopo)

Externe Unterstützung

Stefan von Grünigen (econcept)

Oliver Graf (dialog:umwelt)

Layout

Cavetti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

Ruedi Stähli

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/ui-2018-d

(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Diese Publikation ist auch in französischer, italienischer und englischer Sprache verfügbar.

© BAFU 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Das Wichtigste in Kürze	5	6	Handlungsfelder	49
			6.1	Bodeninformationen	49
2	Einleitung	8	6.2	Sensibilisierung	52
			6.3	Vollzug und Gesetzgebung	53
3	Warum eine Bodenstrategie?	12		Anhang	55
3.1	Boden ist wertvoll und limitiert	12		Abkürzungsverzeichnis	65
3.2	Zentrale Rolle des Bodens für das Klima	15		Literaturverzeichnis	67
3.3	Boden wird heute vielerorts nicht nachhaltig genutzt	16			
3.4	Boden ist ein Querschnittsthema	17			
3.5	Die Bedeutung des Bodens wird unterschätzt	18			
3.6	Adäquate Bodeninformationen fehlen als Entscheidungsgrundlage	19			
3.7	Fazit mit Blick auf eine nationale Bodenstrategie	21			
4	Vision und übergeordnete Ziele	22			
5	Ziele und strategische Stossrichtungen	24			
5.1	Raumplanung	24			
5.1.1	Bauzonen	25			
5.1.2	Bauvorhaben ausserhalb der Bauzonen	27			
5.2	Landwirtschaft	29			
5.2.1	Bodenverdichtung infolge landwirtschaftlicher Nutzung	29			
5.2.2	Bodenerosion infolge landwirtschaftlicher Nutzung	31			
5.2.3	Verlust an organischer Bodensubstanz infolge landwirtschaftlicher Nutzung	32			
5.2.4	Schadstoffeintrag durch die Landwirtschaft	34			
5.2.5	Verlust an Bodenbiodiversität infolge landwirtschaftlicher Nutzung	36			
5.3	Wald	38			
5.3.1	Eutrophierung und Versauerung von Waldböden	38			
5.3.2	Verdichtung von Waldböden	39			
5.4	Baustellen und Terrainveränderungen	40			
5.5	Veranstaltungen «auf der grünen Wiese»	43			
5.6	Nutzung von Böden in der Siedlung	44			
5.7	Umgang mit belasteten Böden	46			
5.8	Internationales Engagement	47			

1 Das Wichtigste in Kürze

Der Boden ist eine ökologisch und ökonomisch wertvolle, nicht erneuerbare Ressource: Er erbringt lebenswichtige Leistungen für die Schweizer Bevölkerung und die Wirtschaft und ist zentral für die Produktion von Nahrungsmitteln, von Holz und anderen Rohstoffen. Er spielt eine wichtige Rolle für die Biodiversität und für ein ausgeglichenes Klima. Er sorgt für sauberes Trinkwasser und schützt uns vor Naturgefahren. Boden ist eine nicht erneuerbare Ressource, da es für die Bildung von einem Zentimeter Boden rund 100 Jahre braucht. Dennoch verliert die Schweiz laufend an Boden: Die unversiegelten Flächen nehmen kontinuierlich ab, der Boden schwindet durch Erosion und Abbau organischer Substanz, und es gehen Bodenfunktionen verloren durch Verdichtung und die Belastung des Bodens mit Schadstoffen.

Herausforderung

Demgegenüber steht die Vision, die Nutzung des Bodens so zu gestalten, dass die Funktionen des Bodens langfristig erhalten bleiben, damit auch zukünftige Generationen von den vielfältigen Leistungen des Bodens profitieren können.

Vision

Um dieser Vision näher zu kommen, haben die Bundesämter für Umwelt (BAFU), für Raumentwicklung (ARE) und für Landwirtschaft (BLW) gemeinsam die vorliegende Strategie erarbeitet und diese mit weiteren Bundesstellen sowie mit Expertinnen und Experten aus den Kantonen abgestimmt. Die nationale Bodenstrategie soll den zuständigen Behörden von Bund und Kantonen als Orientierungsrahmen und Entscheidungshilfe dienen und Wege aufzeigen, wie die erkannten Herausforderungen angegangen werden können. Dazu sollen in erster Linie die nötigen Bodendaten beschafft und die bestehenden Politiken und Instrumente besser koordiniert und erst in zweiter Linie – nach umfassender Überprüfung der Gesetzgebung – allenfalls neue Vorschriften ins Auge gefasst werden.

**Gemeinsame
Bodenstrategie
als Orientierungs-
rahmen**

Boden ist mehr als Fläche. Die Fähigkeit des Bodens, lebenswichtige Leistungen für Mensch und Umwelt zu erbringen, wird im Begriff «Bodenfunktionen» zum Ausdruck gebracht. Drei Bodenfunktionen resultieren direkt aus den natürlichen, ökologischen Prozessen im Boden. Diese können durch unangepasste Bodennutzungen irreversibel beeinträchtigt werden und sind für die Ökosystemleistungen des Bodens von zentraler Bedeutung:

**Ökologische
Bodenfunktionen**

- *Lebensraumfunktion*: Fähigkeit des Bodens, Tieren, Pflanzen und andere Organismen als Lebensgrundlage zu dienen.
- *Regulierungsfunktion*: Fähigkeit des Bodens, Wasser-, Stoff- und Energiekreisläufe zu regulieren, zu puffern oder zu filtern sowie Stoffe umzuwandeln.
- *Produktionsfunktion*: Fähigkeit des Bodens, Biomasse zu produzieren, d. h. Nahrungs- und Futtermittel sowie Holz und Fasern.

Um die Funktionen des Bodens langfristig zu erhalten, sollen sechs übergeordnete Ziele angestrebt werden:

**Übergeordnete
Ziele**

- Weniger Boden verbrauchen.
- Bodenverbrauch basierend auf einer Gesamtsicht lenken.
- Boden vor schädlichen Belastungen schützen.
- Degradierete Böden wiederherstellen.
- Die Wahrnehmung von Wert und Empfindlichkeit des Bodens verbessern.
- Internationales Engagement stärken.

Für acht Bereiche, die als besonders relevant beurteilt werden, wurden in der Bodenstrategie bereichsspezifische Ziele erarbeitet und strategische Stossrichtungen formuliert, mit denen die übergeordneten Ziele angestrebt werden:

**Ziele und
strategische
Stossrichtungen**

- Die Ziele und Stossrichtungen im Bereich der Raumplanung richten sich auf eine Beschränkung des Bodenverbrauchs einerseits und die Berücksichtigung der Grundlagen und Daten zur Bodenqualität bei raumwirksamen Tätigkeiten andererseits. Dabei stehen sowohl Böden ausserhalb der Bauzonen als auch solche in den Bauzonen im Fokus.
- Im Bereich Landwirtschaft geht es um die Vermeidung von Bodenverdichtung, Erosion und den Verlust organischer Bodensubstanz. Thematisiert werden die Risiken im Umgang mit Pflanzenschutzmitteln, Düngern und weiteren Produktionsmitteln.
- Die zwei für den Wald formulierten Ziele der Bodenstrategie fokussieren auf den Stoffeintrag aus der Atmosphäre und die Bodenverdichtung. Die strategischen Stossrichtungen ergänzen die bestehenden Stossrichtungen der «Waldpolitik. Ziele und Massnahmen 2030» im Bereich der Information und der Kommunikation.
- Bei Baustellen und Terrainveränderungen sollen Bodenbelastungen vermieden werden. Während geeigneter, abgetragener Ober- und Unterboden möglichst vollständig verwertet werden muss, sollen natürlich gewachsene Böden vor Terrainveränderungen geschützt werden.
- Veranstaltungen «auf der grünen Wiese» wie Open-Air-Konzerte, Motocross-Rennen, Turnfeste oder Tractorpulling sollen durchgeführt werden, ohne dass die Bodenfunktionen dauerhaft beeinträchtigt werden. Zu diesem Zweck soll die Bewilligungspraxis überprüft werden.
- In der Siedlung sollen neue Böden so angelegt werden, dass sie die ökologischen Bodenfunktionen erbringen können. Daneben sollen Schadstoffeinträge in Böden vermieden werden und Böden, die bereits durch Schadstoffe beeinträchtigt sind, wieder hergestellt werden.
- Beim Umgang mit belasteten Böden und Altlasten bestehen heute Unklarheiten im Vollzug. Nötig ist eine Überprüfung und allfällige Harmonisierung der verschiedenen Rechtstexte.
- Auf internationaler Ebene soll sich die Schweiz verstärkt für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung von Boden einsetzen.

Die insgesamt 44 Stossrichtungen aus acht Bereichen lassen sich in drei Handlungsfeldern gruppieren:

Drei Handlungsfelder

- *Bodeninformationen:* In der Schweiz fehlen flächendeckende, verlässliche und harmonisierte Bodeninformationen. Diese Tatsache wurde von der Expertengruppe für die Überarbeitung des Sachplans FFF identifiziert und vom Nationalen Forschungsprogramm 68 «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68) als eine der zentralen Herausforderungen bestätigt. Das Fehlen solcher Informationen steht einem nachhaltigen Umgang mit dem Boden im Weg. Damit diese Lücke rasch geschlossen werden kann, steht die Errichtung des vom Parlament beschlossenen nationalen Kompetenzzentrums Boden (KOBO) im Vordergrund. Dem KOBO kommt eine Schlüsselrolle zu bei der Erhebung der benötigten Bodeninformationen (Bodenkartierungen).
- *Sensibilisierung:* Die zentrale Bedeutung der Böden als Lebensgrundlage und die Empfindlichkeit der Böden gegenüber Belastungen ist sowohl vielen direkten Nutzerinnen und Nutzern von Boden als auch der breiten Öffentlichkeit nur wenig bewusst. Dies ist eine zentrale Erkenntnis des NFP 68. Informations- und Sensibilisierungsmassnahmen bei Zielgruppen, deren Entscheide besonders grossen Einfluss auf den Boden haben, sind daher notwendig.
- *Vollzug und Gesetzgebung:* In der Schweiz sind die rechtlichen Vorgaben für den Umgang mit dem Boden zwar zweckmässig, sie werden jedoch oft nur ungenügend vollzogen. Die für die Bodenthematik zuständigen Stellen bei Bund und Kantonen sollen daher gemeinsam Lösungen zur Stärkung des Vollzugs entwickeln: Bestehende Vorschriften sollen überprüft, wenn möglich harmonisiert sowie nötigenfalls angepasst und ergänzt werden. Dies mit dem Ziel, ein kohärentes und auf den Erhalt der Bodenfunktionen ausgerichteteres Regelwerk zu entwickeln.

2 Einleitung

Der Boden ist eine ökologisch und ökonomisch wertvolle, nicht erneuerbare Ressource. Er erfüllt vielfältige Funktionen und erbringt lebenswichtige Leistungen für die Schweizer Bevölkerung und die Wirtschaft. Ebenso vielfältig wie seine Funktionen sind auch die Nutzungsansprüche, die an den Boden gestellt werden. Dies kann einerseits zu Nutzungskonflikten führen, andererseits aber auch zu Konflikten zwischen Schutz- und Nutzungsbestrebungen. Mit Blick auf eine nachhaltige Nutzung des Bodens in der Schweiz stellen die Abstimmung der verschiedenen Ansprüche und die Stärkung der Bedeutung der Ressource Boden im umweltpolitischen Kontext zentrale Herausforderungen für die Zukunft dar. Diese können nicht mit einer sektoralen Optik angegangen werden.

Wachsende Herausforderungen und Notwendigkeit einer sektorübergreifenden Bodenstrategie

Seit ihrer Verabschiedung im Jahr 2015 ist die Agenda 2030 für das Engagement der Schweiz für eine nachhaltige Entwicklung auf nationaler und internationaler Ebene wegweisend. Das Kernstück der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung sind die 17 globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDG) mit 169 Unterzielen. Ziel 15 («Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern») hat dabei konkret den Bodenschutz im Fokus, insbesondere die Landdegradations-Neutralität in Unterziel 15.3.

Der kontinuierliche Verlust an wertvollem Kulturland, die Erfahrungen im Vollzug der bodenrelevanten Umweltgesetzgebung sowie wissenschaftliche Erkenntnisse weisen darauf hin, dass die Ressource Boden in der Schweiz nicht nachhaltig genutzt wird.

Keine nachhaltige Nutzung der Ressource Boden heute

Um diesen Herausforderung zu begegnen, hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) beschlossen, in Zusammenarbeit mit anderen interessierten Bundesämtern (ARE, ASTRA, BFE, BLW, swisstopo) und den Kantonen Grundlagen für eine nationale Bodenstrategie zu erarbeiten. Dabei steht die Vision im Zentrum, die Funktionen des Bodens langfristig zu erhalten, damit auch zukünftige Generationen von den vielfältigen Bodenfunktionen profitieren können. Diese Vision wie auch die Inhalte der Bodenstrategie stehen im Einklang mit der vom Bundesrat verabschiedeten Botschaft zur Legislaturplanung 2015–2019 und der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016–2019. Angesichts der zentralen Rolle des Bodens für die Biodiversität ist die Erarbeitung einer Bodenstrategie auch als Massnahme 4.2.2 im vom Bundesrat am 6. September 2017 verabschiedeten Aktionsplan zur Strategie Biodiversität aufgeführt.

Nationale Bodenstrategie

Zur Umsetzung der Ziele der Bodenstrategie ist ein nachhaltiges und integrales Management der Ressource Boden notwendig. Bisher wurde in der Schweiz im Umgang mit dem Boden ein nutzungs- bzw. sektorbezogener Ansatz verfolgt. Der Fokus auf die Bodenfunktionen stellt dabei eine neue und umfassende Sichtweise dar, die nicht mehr nur die Fläche des Bodens adressiert, sondern

Fokus auf Bodenfunktionen: Paradigmenwechsel für bessere Entscheidungen

dessen Fähigkeit, unterschiedliche Funktionen zu erfüllen. Erst die Berücksichtigung aller Bodenfunktionen in den bodenrelevanten Entscheidungen ermöglicht die geforderte, zweckmässige und haushälterische Nutzung des Bodens und den Erhalt seiner vielfältigen Leistungen. Eine solche Gesamtbetrachtung ermöglicht es, qualitative und quantitative Aspekte in den Entscheidungen über die Bodennutzung und den Bodenverbrauch zu verknüpfen. Sie berücksichtigt die Komplexität des Bodens und ergänzt die bestehenden Ansätze für den Umgang mit dem Boden ohne diese zu schwächen. Damit bietet sie die Chance, Schutz- und Nutzungsansprüche an den Boden differenzierter als heute anzugehen und die verfügbare Fläche bestmöglich den verschiedenen Ansprüchen zuzuordnen. So trägt die gesamtfunktionale Betrachtung zu besseren Entscheidungen bei, beispielsweise im Konflikt um den Erhalt der Fruchtfolgeflecken oder des Kulturlandes. Das Konzept der Bodenfunktionen ist international breit abgestützt und wird im europäischen Ausland bereits erfolgreich eingesetzt.

Um die Bodenfunktionen als Entscheidungsgrundlage zu etablieren und wirkungsvoll einsetzen zu können, reichen die heute verfügbaren Kenntnisse über die Eigenschaften der Böden in der Schweiz nicht aus. Bessere Bodeninformationen sind aber eine Voraussetzung für eine Beurteilung der Bodenfunktionen und damit für bessere Entscheidungsprozesse im Sinn eines nachhaltigen und integralen Ressourcenmanagements. Bodeninformationen allein sind jedoch nicht ausreichend, um die Vision der Bodenstrategie erreichen zu können: So sind auch bestehende gesetzliche Grundlagen, institutionelle Rahmenbedingungen und der Vollzug zu überprüfen und gegebenenfalls zielgerichtet zu ergänzen. Darüber hinaus ist es zentral, die betroffenen Akteure und die breite Bevölkerung für den Wert und die Empfindlichkeit der Böden zu sensibilisieren, da Boden heute noch zu oft nicht als wertvolle und endliche Ressource wahrgenommen wird.

Drei Handlungsfelder:
Bodeninformationen, Vollzug und Gesetzgebung, Sensibilisierung

Flughöhe der Bodenstrategie: die nationale Ebene.

Die Bodenstrategie Schweiz definiert aus einer nationalen Perspektive übergeordnete Ziele, Ziele zu einzelnen Bereichen und strategische Stossrichtungen.

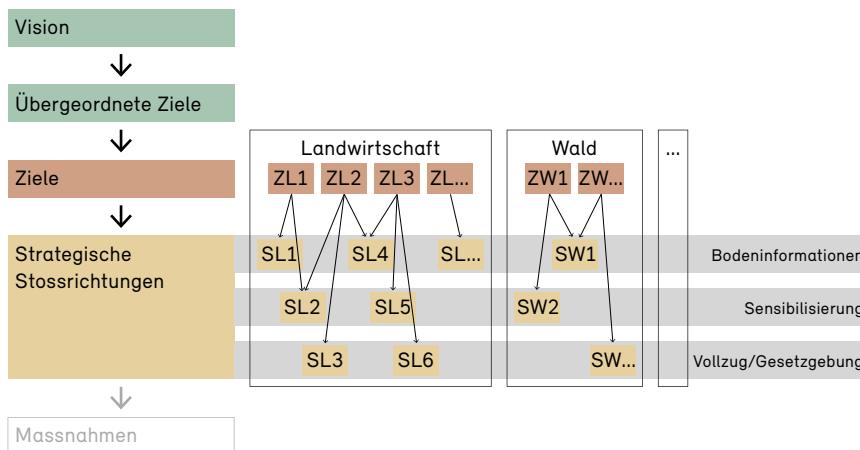
- Die *übergeordneten Ziele* lassen sich aus dem Grundsatz der Nachhaltigkeit und der Vision der Bodenstrategie ableiten. Sie beziehen sich nicht auf einzelne Sektoren oder Politikbereiche. Die übergeordneten Ziele haben einen langfristigen Zeithorizont von 20 bis 30 Jahren (eine Generation).
- Die *Ziele* zu einzelnen Bereichen (Landwirtschaft, Wald, etc.) wurden aufgrund detaillierter Analysen des Ist-Zustandes und der Herausforderungen definiert. Die Ziele decken die acht bodenrelevanten Bereiche mit dem grössten Handlungsbedarf ab und beziehen sich jeweils auf ein oder mehrere übergeordnete Ziele.
- Zur Erreichung der Ziele werden *strategische Stossrichtungen* formuliert. Darauf basierend lassen sich zu einem späteren Zeitpunkt konkrete Massnahmen erarbeiten und die für die Umsetzung verantwortlichen Akteure benennen. Die Massnahmenebene ist jedoch nicht Teil der Bodenstrategie.

Die nachfolgende Grafik erläutert die Struktur der Bodenstrategie:

Abb. 1

Grafische Darstellung (vereinfacht) der Struktur der Bodenstrategie Schweiz mit den Elementen Vision, übergeordnete Ziele, Ziele und strategische Stossrichtungen

Die Ziele der verschiedenen Bereiche sind entsprechend bezeichnet (ZL1: erstes Ziel im Bereich Landwirtschaft, ZL2: zweites Ziel im Bereich Landwirtschaft etc.). Die von den Zielen abgeleiteten strategischen Stossrichtungen sind nach einer analogen Nomenklatur bezeichnet (SL1, SL2, SL3 etc.). Die grauen Balken zeigen die drei Handlungsfelder.



Das vorliegende Dokument ist folgendermassen strukturiert:

Struktur des Dokumentes

- Im Kapitel 3 «Warum eine Bodenstrategie?» werden das Konzept der Bodenfunktionen eingeführt und die wichtigsten übergeordneten Aspekte im Themenbereich Boden diskutiert.
- Im Kapitel 4 «Vision und übergeordnete Ziele» werden die Vision und die übergeordneten Ziele beschrieben.
- Im Kapitel 5 «Ziele und strategische Stossrichtungen» werden für die Bereiche Raumplanung, Landwirtschaft, Wald, Baustellen und Terrainveränderungen, Veranstaltungen auf der grünen Wiese, Nutzung von Böden in der Siedlung, Umgang mit belasteten Böden und internationale Zusammenarbeit Teilziele und strategische Stossrichtungen hergeleitet. Der Aspekt «Planung im Untergrund» ist Bestandteil der zweiten Etappe der Revision des Raumplanungsgesetzes und wird in der Bodenstrategie nicht behandelt.
- Im Kapitel 6 «Handlungsfelder» werden die im vorhergehenden Kapitel hergeleiteten strategischen Stossrichtungen den drei Handlungsfeldern *Bodeninformationen*, *Sensibilisierung* sowie *Vollzug und Gesetzgebung* zugeordnet, im Sinn einer Synthese zusammengefasst und die nächsten Schritte zur Umsetzung skizziert.

Die nationale Bodenstrategie wurde unter der Federführung des BAFU zusammen mit interessierten Bundesämtern erarbeitet. In einem Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern der Kantone auf Stufe Fachämter (Umwelt, Landwirtschaft, Raumplanung) und der Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK) wurde die Strategie vertieft diskutiert und inhaltlich ergänzt. Um die Haltung und Anliegen aus dem Bereich Raumplanung noch besser abzuholen, wurden zusätzlich insgesamt sieben Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern der kantonalen Raumplanungsfachstellen und der Präsidentin der Kantonsplanerkonferenz (KPK) durchgeführt. Vor der Fertigstellung wurde die Bodenstrategie in eine Konsultation bei den betroffenen kantonalen Fachkonferenzen und weiteren interessierten Stellen gegeben.

Entwicklung einer nationalen Bodenstrategie zusammen mit den Kantonen und weiteren Stakeholdern

Das Ziel dieses Vorgehens war eine breit abgestützte nationale Bodenstrategie, deren Ziele und Stossrichtungen von den zuständigen Bundesstellen und den Kantonen gemeinsam getragen wird.

Die nationale Bodenstrategie soll den zuständigen Behörden von Bund und Kantonen als Orientierungsrahmen und Entscheidungshilfe dienen. Sie zeigt Wege auf, wie die erkannten Herausforderungen angegangen werden können.

Verbindlichkeit der Strategie

3 Warum eine Bodenstrategie?

Dieses Kapitel zeigt den Nutzen einer nationalen Bodenstrategie auf. Es führt das Konzept der Bodenfunktionen ein und beschreibt die übergeordneten Herausforderungen, die sich heute im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung der Ressource Boden stellen.

3.1 Boden ist wertvoll und limitiert

Boden ist die äusserste unversiegelte Schicht der Erdkruste, die durch Lebewesen geprägt wird. Er stellt eine ökologisch und ökonomisch höchst wertvolle, in menschlichen Zeitmassstäben nicht erneuerbare Ressource dar und ist zusammen mit Wasser und Luft eine zentrale Grundlage für das Leben. Im Unterschied zu Wasser und Luft ist Boden allerdings eine an den Standort gebundene, begrenzte Ressource. Dessen Schutz, Erhaltung und nachhaltige Nutzung ist in der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung verankert.

Die nicht erneuerbare Ressource Boden ist wichtiger Bestandteil unserer Lebensgrundlage

Böden erfüllen im Naturkreislauf eine Reihe essentieller Funktionen. Sie dienen als natürliche Lebensräume für Pflanzen und Tiere. Intakte, unverdichtete Böden können bei starken Niederschlägen das Wasser speichern und so mithelfen, Schäden durch Überschwemmungen zu mindern und Wasser über längere Zeiträume und Trockenperioden zur Verfügung zu stellen. In Böden werden auch Stoffkreisläufe reguliert, Schadstoffe aus der Luft gefiltert und Kohlenstoff gespeichert.

Böden leisten zudem einen wesentlichen Beitrag zur Erbringung von zahlreichen Ökosystemleistungen und damit auch zum menschlichen Wohlergehen. Sie stellen die Basis für die Produktion von Nahrungsmitteln oder Holz dar, bieten Platz für Siedlungen und Infrastrukturen und sind Grundlage für Nutzungen im Bereich Freizeit, Sport, Erholung oder Tourismus. Die langfristige Nutzbarkeit der Böden setzt aber voraus, dass die Nutzung nachhaltig erfolgt und damit die ökologische Leistungsfähigkeit der Böden gesichert ist.

Für die nationale Bodenstrategie steht deshalb der Boden nicht nur als Fläche im Zentrum, sondern auch als Bereitsteller von Leistungen für Mensch und Umwelt. Die Fähigkeit des Bodens, diese Leistungen zu erbringen, wird im Begriff Bodenfunktionen zum Ausdruck gebracht. Im Einklang mit den international gebräuchlichen Definitionen werden folgende Bodenfunktionen unterschieden:

Bodenfunktionen im Zentrum der Strategie

- **Lebensraumfunktion:** Fähigkeit des Bodens, Organismen als Lebensgrundlage zu dienen und zur Erhaltung der Vielfalt von Ökosystemen, Arten und

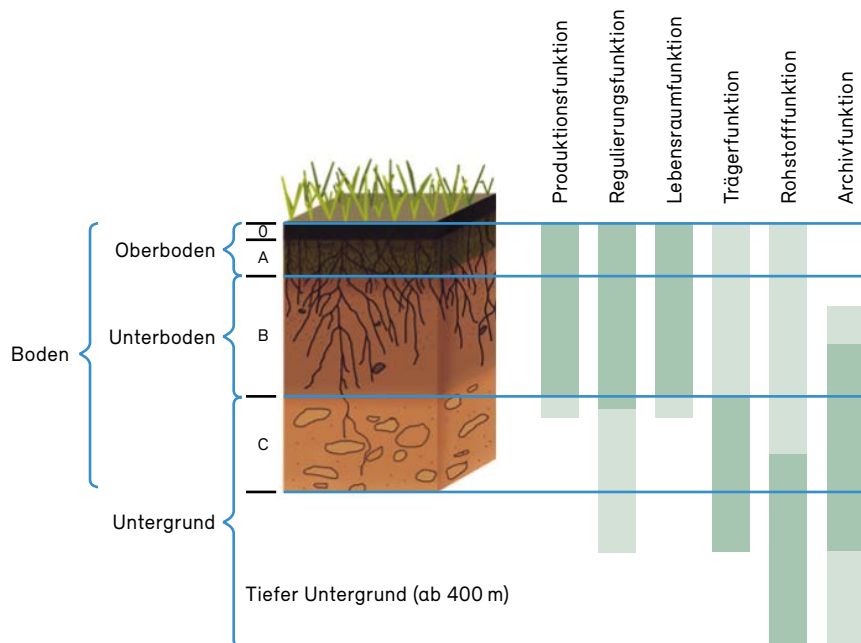
deren genetischer Vielfalt beizutragen. Die Lebensraumfunktion beinhaltet die Eignung als Lebensraum für Bodenorganismen und als Standort für Pflanzen.

- *Regulierungsfunktion*: Fähigkeit des Bodens, Wasser-, Stoff- und Energiekreisläufe zu regulieren, eine Filter-, Puffer- oder Speicherfunktion wahrzunehmen sowie Stoffe umzuwandeln.
- *Produktionsfunktion*: Fähigkeit des Bodens, Biomasse zu produzieren, d. h. Nahrungs- und Futtermittel sowie Holz und Fasern.
- *Trägerfunktion*: Fähigkeit des Bodens, als Baugrund zu dienen.
- *Rohstofffunktion*: Fähigkeit des Bodens, Rohstoffe, Wasser und geothermische Energie zu speichern.
- *Archivfunktion*: Fähigkeit des Bodens, Informationen der Natur- und Kulturgeschichte zu bewahren.

Die ersten drei Bodenfunktionen resultieren direkt aus den natürlichen, ökologischen Prozessen im Boden. Aus diesem Grund werden sie als ökologische Bodenfunktionen bezeichnet. Demgegenüber beziehen sich die letzten drei Bodenfunktionen eher auf menschliche Aktivitäten und sind unabhängig von den natürlichen Abläufen im Boden. Sie können als sozio-ökonomische Bodenfunktionen bezeichnet werden.

Folgende Abbildung stellt dar, in welcher Tiefe die sechs Bodenfunktionen hauptsächlich bereitgestellt werden. Einige Bodenfunktionen lassen sich klar einer gewissen Tiefe zuordnen, andere Bodenfunktionen werden in ganz unterschiedlichen Tiefen bereitgestellt.

Abb. 2
Systemgrenze der Bodenstrategie



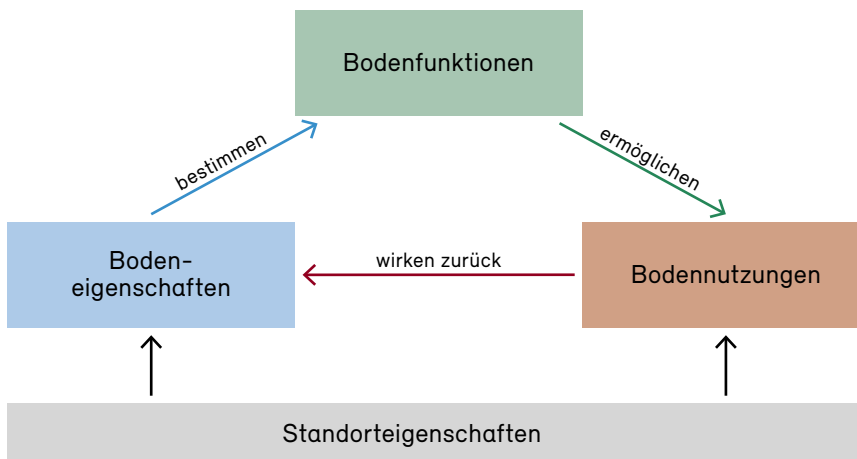
Die Träger-, Rohstoff- und Archivfunktion sind bereits Gegenstand anderer Strategien und Politiken. Namentlich wird auf eine Behandlung der Themen mineralische Rohstoffversorgung sowie Deponiewesen bewusst verzichtet, da diese hinsichtlich der Entscheidungsunterlagen durch andere Konzepte und Pläne sowie durch andere Regularien abgedeckt werden. Deshalb fokussiert die Bodenstrategie auf die Wahrung der Lebensraum-, Regulierungs- und Produktionsfunktion. Diese ökologischen Funktionen können durch unangepasste Bodennutzungen irreversibel beeinträchtigt werden und sind für die Ökosystemleistungen des Bodens von zentraler Bedeutung (vgl. Kap. 3.3). Bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Stossrichtungen (vgl. Kap. 5) sind aber alle Bodenfunktionen zu berücksichtigen.

Fokus auf die ökologischen Bodenfunktionen

Die Bodenfunktionen stehen mit den Bodeneigenschaften und den Bodennutzungen in einem Wirkungszusammenhang, welcher in der folgenden Abbildung illustriert wird.

Wirkungszusammenhang

Abb. 3
Die Wirkungszusammenhänge, die der Bodenstrategie zugrunde liegen



Physikalische, chemische und biologische Eigenschaften des Bodens bestimmen die Bodenfunktionen und ermöglichen so die Bodennutzungen. Die Bodennutzungen haben ihrerseits Auswirkungen auf die Bodeneigenschaften und damit auf die Funktionserfüllung des Bodens. Sowohl die Bodeneigenschaften als auch die Bodennutzungen werden überdies von den Eigenschaften des Standorts (Klima, Relief, Geologie, anthropogene Belastung, sozioökonomische Faktoren usw.) geprägt und beeinflusst.

Die Bodenfunktionen sind heute nicht explizit in den Gesetzen und Verordnungen erwähnt. Der im Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983 (USG; SR 814.01) eingeführte und in der Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo; SR 814.12) konkretisierte Begriff der «Bodenfrucht-

Bodenfunktionen in Gesetzen und Verordnungen nicht explizit erwähnt

barkeit» basiert jedoch auf den Funktionen des Bodens im Stoffkreislauf¹ und deckt sich implizit mit der Produktions- und Lebensraumfunktion sowie teilweise auch mit der Regulierungsfunktion (s. auch Glossar der Schlüsselbegriffe im Anhang).

Im Gegensatz zur Definition der Bodenfruchtbarkeit gemäss VBBo kann das Konzept der Bodenfunktionen auch auf Böden angewendet werden, die nicht standorttypisch sind (z. B. rekultivierte Böden). Mit dem Fokus auf die Bodenfunktionen soll im Rahmen der Bodenstrategie sichergestellt werden, dass auch die Funktionen solcher Böden langfristig erhalten bleiben.

In mehreren Bundesländern in Deutschland, aber auch in Österreich wird das Konzept der Bodenfunktionen in der Raumplanung bereits erfolgreich angewendet².

3.2 Zentrale Rolle des Bodens für das Klima

Eine besonders wichtige Rolle spielt der Boden für das Klima. Im Boden ist mehr Kohlenstoff gespeichert als in der Atmosphäre und in der Vegetation zusammen³: Er ist nach den Ozeanen der zweitgrösste aktive Kohlenstoffspeicher. Angesichts der enormen Kohlenstoffmengen im Boden hat eine erhöhte Freisetzung von CO₂ aus dem Boden messbare Auswirkungen auf das Klima. Umgekehrt könnte eine zusätzliche Speicherung von jährlich 4 ‰ mehr organischer Bodensubstanz in allen Böden der Welt laut der von Frankreich lancierten Initiative «4 Promille» ausreichen, um die aktuellen globalen, anthropogenen Treibhausgasemissionen weitgehend zu kompensieren.

Im Kampf gegen den Klimawandel braucht es beim Bodenschutz also sowohl Massnahmen zum Erhalt und zur Erhöhung des C-Vorrats im Boden als auch solche zur Reduktion von Treibhausgasen aus dem Boden. Beides kann mittels angepasster Bodennutzung und Bewirtschaftung erfolgen (vgl. Kap. 5.2.3).

Daneben sind aber auch Anpassungsmassnahmen an die bereits unvermeidbaren Folgen des Klimawandels nötig, denn die Erderwärmung beeinträchtigt die wichtigen Bodenfunktionen, bspw. durch Veränderungen des Bodenwasserhaushalts. Und der Klimawandel – höhere Temperaturen und verstärkte Trockenheit – führt möglicherweise zu Kohlenstoffverlusten der Böden. Sie werden deshalb künftig voraussichtlich mehr CO₂ an die Atmosphäre abgeben und an Bodenfruchtbarkeit verlieren. Angepasste Bodenbewirtschaftung

1 Tschannen, P. (1999): Kommentar zum Umweltschutzgesetz. Erläuterungen zum Bodenschutz. Hrsg.: Vereinigung für Umweltrecht (VUR) und Helen Keller. Zürich 1999.

2 Zum Beispiel Österreich: Bodenfunktionsbewertung: Methodische Umsetzung der ÖNORM L 1076. Broschüre des Fachbeirats für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. Zum Beispiel Deutschland: LABO-Projekt B 3.05 Orientierungsrahmen Zusammenfassende Bodenfunktionsbewertung.

3 Schils R. et al. (2008): Review of existing information on the interrelations between soil and climate change; Climsoil Technical Report 2008. Final report 16 December 2008.

stärkt wiederum die Widerstandsfähigkeit der Böden gegenüber höheren Temperaturen, zunehmender Trockenheit und den vermehrt auftretenden Extremereignissen: Nicht verdichtete Böden mit guter Struktur und standorttypischem Wurzelraum können bei Starkniederschlägen mehr Wasser zurückhalten als verdichtete. So schützen sie vor Hochwasser und können den Pflanzen länger Wasser zur Verfügung stellen. Dieser Eigenschaft kommt bei den in Zukunft häufiger zu erwartenden Trockenphasen zunehmende Bedeutung zu.

3.3 Boden wird heute vielerorts nicht nachhaltig genutzt

Sämtliche Bodennutzungen haben Auswirkungen auf die Bodeneigenschaften und beeinflussen damit die Funktionen, die der Boden erfüllen kann. Bei einer den Bodenverhältnissen angepassten Bodennutzung sind diese Auswirkungen erwünscht und unterstützen die langfristige Erhaltung der Ökosystemleistungen des Bodens. Unangepasste Bodennutzungen sowie Veränderungen der standorttypischen Bodeneigenschaften hingegen haben unerwünschte Auswirkungen auf die Bodenfunktionen (Bodenbedrohungen, «soil threats»). In Anlehnung an die international gängige Kategorisierung⁴ unterscheidet der vorliegende Text folgende Bodenbedrohungen: Versiegelung, Verdichtung, Erosion und gravitative Massenbewegungen, Verlust an organischer Substanz, Verlust an Bodenbiodiversität, Kontamination, Versauerung/Eutrophierung, Versalzung und Überschwemmungen.

**Bodennutzung
kann zu Boden-
bedrohungen führen**

Bei der Beurteilung der durch die verschiedenen Nutzungen entstehenden Bodenbedrohungen sind insbesondere die Regenerationsfähigkeit des Bodens und das langfristige Schädigungspotenzial einzubeziehen. Diesbezüglich als besonders schwerwiegend zu gewichten sind die Bodenversiegelung für Siedlung und Infrastruktur, die Bodenerosion, die Unterbodenverdichtung sowie der Eintrag persistenter Schadstoffe. Diese Bodenbedrohungen führen zu einem Verlust an ökologischen Bodenfunktionen, der praktisch irreversibel ist⁵.

Eine detaillierte Analyse der Bodenbedrohungen (siehe Anhang A1) hat ergeben, dass aufgrund der heutigen Bodennutzung in der Schweiz nicht mehr alle Bodenfunktionen dauerhaft sichergestellt sind. Die Leistungen des Bodens sind dadurch bereits heute in vielen Fällen nur noch eingeschränkt verfügbar und werden in Zukunft ohne Verstärkung einer nachhaltigen Bodennutzung noch weiter abnehmen.

4 Arwyn J. et al. (2012): The state of soil in Europe. A contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report. SOER 2010. EU 2012.

5 Candinas T. et al. (2002): Ein Bodenkonzzept für die Landwirtschaft in der Schweiz. Grundlagen für die Beurteilung der nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodennutzung. Bodenschutz 3/02: S. 90-98.

3.4 Boden ist ein Querschnittsthema

Für den Umgang mit Boden sind bereits heute im Raumplanungsgesetz vom 22. Juni 1979 (RPG; SR 700) und im USG Regelungen vorhanden. Der Zweckartikel des RPG hält fest, dass Bund, Kantone und Gemeinden dafür sorgen, «*dass der Boden haushälterisch genutzt wird*». Dieser Auftrag umfasst einen quantitativen und einen qualitativen Aspekt. In quantitativer Hinsicht verlangt haushälterische Nutzung des Bodens die Eindämmung des Flächenverbrauchs. Qualitativ zielt haushälterische Nutzung auf eine optimale räumliche Zuordnung der verschiedenen Nutzungen. Das USG soll «*insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens dauerhaft erhalten*». Während damit die Basis für einen schonenden Umgang mit Boden eigentlich gegeben ist, zeigen sich im Vollzug oft die Folgen der Konflikte mit der Umsetzung anderer gesetzlicher Vorgaben.

Quantitativer und qualitativer Bodenschutz in RPG und USG

Die vielfältigen Nutzungsansprüche (vgl. Kap. 3.1) an den Boden spiegeln sich in den zahlreichen Rechtserlassen zum Schutz und zur Nutzung des Bodens auf allen staatlichen Ebenen. Da diese Rechtserlasse verschiedene Hintergründe und Zielsetzungen aufweisen, ergeben sich Überschneidungen, Widersprüche und Zielkonflikte. Dies stellt nicht nur für die Boden-Nutzerinnen und -Nutzer eine Herausforderung dar, sondern auch für die Verwaltung. So wird beispielsweise ein systematischer Einbezug von qualitativen Aspekten beim quantitativen Bodenschutz heute unter anderem dadurch erschwert, dass der quantitative Schutz des Bodens hauptsächlich durch das Raumplanungsrecht geregelt wird, während der qualitative Bodenschutz vorwiegend im Umweltschutzgesetz verankert ist. Der Bodenverbrauch für Infrastrukturen stützt sich zudem auf weitere gesetzliche Vorschriften, deren Anwendung über Politiken, Vollzugsvorschriften und Normen umgesetzt wird. Auch Massnahmen im Gewässerschutz wirken sich auf die Bodenqualität und die Bodenerhaltung aus.

Zahlreiche bodenrelevante Rechtserlasse

Der Querschnittscharakter des Themas Boden spiegelt sich auch in der grossen Zahl von Grundlagen, Strategien und Instrumenten mit bodenrelevanten Themen auf nationaler Ebene⁶. Dabei können zwischen den Zielen der einzelnen Strategien und Instrumenten Konflikte bestehen, welche die kohärente Umsetzung des Bodenschutzes erschweren; diese Konflikte müssen deshalb identifiziert, analysiert und nach Möglichkeit beseitigt werden.

Zahlreiche bodenrelevante Grundlagen, Strategien und Instrumente

⁶ Dies sind insbesondere (in alphabetischer Reihenfolge): Agrarpolitik 2018–2021, Bericht Schutz des Kulturlandes, Strategie Biodiversität Schweiz, Bodenschutzkonzept für die Landwirtschaft in der Schweiz, Leitbild Bodenschutz Schweiz, Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz, Aktionsplan Grüne Wirtschaft, Klimapolitik ab 2013, Klimastrategie Landwirtschaft, Landschaftskonzept, Land- und Ernährungswirtschaft 2025, NFP 68 Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden, Raumkonzept Schweiz, Ressourcenplan Boden, Strategische Planung Revitalisierung Fließgewässer, Sachplan Fruchtfolgeflächen, Sachplan Verkehr, Strategie Nachhaltige Entwicklung, Strategie Naturgefahren, Umweltziele Landwirtschaft, Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, «Waldpolitik. Ziele und Massnahmen 2030», Zustandsbericht Boden.

Die Aufgaben im Zusammenhang mit dem Schutz und der Nutzung des Bodens erfordern eine Zusammenarbeit oder Koordination zwischen einzelnen Akteuren, oft auch sektorübergreifend. Die grosse Anzahl von Akteuren, deren Tätigkeiten direkt oder indirekt im Zusammenhang mit bodenrelevanten Themen stehen, sowie die Verteilung der Kompetenzen und Verantwortungen für den Umgang mit dem Boden stellen eine nicht zu unterschätzende Herausforderung im Vollzug dar.

Zusammenarbeit und Koordination als Herausforderung im Vollzug

3.5 Die Bedeutung des Bodens wird unterschätzt

Nicht zuletzt aufgrund der schrumpfenden Kulturlandfläche gewinnt derzeit der quantitative Schutz des Bodens an politischer Bedeutung. Dies zeigt sich in nationalen und kantonalen Initiativen (z. B. Zweitwohnungsinitiative, Kulturlandinitiativen in den Kantonen Zürich und Bern, Landschaftsinitiative, Volksinitiative für Ernährungssicherheit, EcoPop-Initiative) sowie in parlamentarischen Vorstössen der letzten Jahre. Allerdings stehen bei der Mehrzahl dieser politischen Aktivitäten Anliegen des Landschaftsschutzes oder die Sicherung einer ausreichenden Ernährungsgrundlage im Vordergrund. Die vielen anderen wichtigen Leistungen des Bodens werden in der Bevölkerung oft unterschätzt oder nicht wahrgenommen. Dies gilt auch für die direkten Nutzerinnen und Nutzer und selbst für die Behörden.

Politische Bedeutung des quantitativen Bodenschutzes nimmt zu

Themen wie «Sicherstellung einer inländischen Nahrungsmittelproduktion», «Schutz vor Überschwemmungen», «Schutz vor Klimaveränderungen» oder «Bereitstellung von gesundem Trinkwasser» sind in breiten Kreisen anerkannt. Der Beitrag des Bodens für diese und weitere Ökosystemleistungen bleibt aber weitgehend unerkannt. Dies lässt sich möglicherweise damit erklären, dass Boden als etwas Selbstverständliches und immer Verfügbares betrachtet wird. Bodenbedrohungen wirken sich meist langsam und für den Laien unsichtbar aus. Deshalb ist von Bedeutung, die Wirtschaftsakteure und die Bevölkerung vermehrt für den Wert des Bodens und seiner Funktionen sowie für die Belange des Bodenschutzes zu sensibilisieren.

Mangelnde öffentliche Wahrnehmung der Leistungen des Bodens

Die mangelnde öffentliche Wahrnehmung der Leistungen des Bodens beschränkt sich nicht auf die Schweiz. Aus diesem Grund wurde das Jahr 2015 von den Vereinten Nationen zum Jahr des Bodens erklärt. In der Schweiz wurden in diesem Kontext zahlreiche Anlässe und Aktivitäten zur Sensibilisierung der Nutzerinnen und Nutzer sowie der breiten Öffentlichkeit durchgeführt. Mit der Erarbeitung einer nationalen Bodenstrategie kann ein weiterer, entscheidender Beitrag hin zu einer besseren Wahrnehmung der Bedeutung und Empfindlichkeit der Böden geleistet werden.

3.6 Adäquate Bodeninformationen fehlen als Entscheidungsgrundlage

Damit der Boden haushälterisch und nachhaltig genutzt werden kann, müssen sowohl Informationen über die Bodenqualität als auch über den momentanen Bodenzustand und das Entwicklungspotenzial bekannt sein.

Bodeninformationen als wesentliche Entscheidungsgrundlage

Informationen zu den Eigenschaften, die einen Boden grundsätzlich beschreiben, wie Art, Abfolge und Mächtigkeit der Bodenhorizonte oder sein Wasserhaushalt, sind die Grundlage für eine Bewertung der Bodenfunktionen. Dieses Wissen über die Qualität von verschiedenen Böden sollte speziell bei Entscheidungen berücksichtigt werden, die einen quantitativen Bodenverlust zur Folge haben, namentlich in der Raumplanung.

Eine Identifikation der belasteten Böden ist nötig, um Massnahmen zur Gefahrenabwehr, wie Sanierungen oder Nutzungseinschränkungen anordnen zu können. Auch hierfür sind Bodeninformationen die Grundlage.

Zudem fehlt für bisher nicht berücksichtigte Schadstoffe, wie Mikroplastik oder verschiedene organische Verbindungen, nicht nur das nötige Wissen über die Verbreitung, sondern auch über die Auswirkungen und die Gefährlichkeit.

Nur in Kenntnis der Bodeneigenschaften lassen sich zusätzliche Informationen zum momentanen Bodenzustand (wie z. B. aktueller Bodenwasser- oder Nährstoffgehalt oder gegenwärtige Verdichtungsgefährdung) richtig einordnen. Diese Informationen sind wichtig, um richtige Entscheide zur angepassten, bodenschonenden Nutzung der Böden, beispielsweise in der Landwirtschaft, treffen zu können.

Die periodische Messung und Erhebung von aussagekräftigen Bodendaten («Monitoring»), etwa zur Schadstoffbelastung, liefern die Daten, mit denen langsam ablaufende Veränderungen der Bodeneigenschaften und der Bodenfunktionen erkannt werden können. Solche Monitoringprogramme sind eine essentielle Grundlage, um erforderliche Massnahmen einleiten und deren Erfolg beurteilen zu können.

Genauere Informationen zur Bodenqualität liegen in der Schweiz sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Dimension erst vereinzelt vor⁷. Detaillierte Bodenkarten sind bis heute für weniger als einen Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche erstellt worden⁸. Viele dieser Karten sind zudem über 30 Jahre

Keine Bodeninformationen für den grössten Teil der Schweiz

7 BAFU (2017): Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung. Stand 2017. URL: www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/publikationen-studien/publikationen/boden-in-der-schweiz.html

8 Rehbein K., Sprecher Ch., Keller A. (2019) : Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz. Ergänzung des Bodenkartierkataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten, Bericht der Servicestelle NABODAT 2019. URL: www.are.admin.ch/dam/are/de/dokumente/raumplanung/dokumente/bericht/ubersicht-stand-bodenkartierung.pdf.download.pdf/ubersicht-stand-bodenkartierung.pdf

alt und seit 1996 fehlt eine nationale koordinierende Stelle. Für den Wald und die übrigen Gebiete ist die Datenlage noch schlechter. Für die allermeisten Böden in der Schweiz fehlen somit grundlegende Informationen für angepasste Nutzungs- oder Planungsentscheide. Die nationalrätliche Geschäftsprüfungskommission (GPK-N) bestätigte am 24.11.2015 diesen Befund (siehe Medienmitteilung GPK-N vom 24.11.2015 und Postulat 15.4088⁹). Auch die Expertengruppe, die vom Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) mit der kritischen Analyse des Sachplans Fruchtfolgeflächen beauftragt worden war, stellte Handlungsbedarf insbesondere bezüglich der Datengrundlagen fest. Diese sind zudem kantonal uneinheitlich und genügen teilweise heutigen methodischen Standards nicht mehr. Die Expertengruppe erachtet die Erstellung von Bodenkarten als unerlässlich.

Mit der Annahme der Motion Müller-Altmett, die den Bundesrat beauftragt, ein nationales Kompetenzzentrum Boden einzurichten, haben auch die eidgenössischen Räte die Bedeutung von Bodeninformationen als wichtige Entscheidungsgrundlagen für die Politikbereiche Ernährungssicherheit, Raumplanung und Umweltschutz anerkannt.

**Nationales Kompetenzzentrum
Boden**

Das Nationale Forschungsprogramm «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68) des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) hat zwischen 2012 und 2018 Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung des Bodens in der Schweiz erarbeitet. Dafür wurden sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Leistungen des Bodens berücksichtigt. In fünf thematischen Synthesen machen die Autorinnen und Autoren Vorschläge, wie die Bodenqualität in die Raumplanung einbezogen und in der Bodenpolitik generell besser verankert werden kann. Eine Gesamtsynthese fasst die Empfehlungen zusammen¹⁰.

NFP 68

Mehrere Projekte des NFP 68 haben sich mit der Erhebung von Bodendaten und ihrer Harmonisierung sowie der Entwicklung neuer Kartierungs- und Bewertungsmethoden befasst.

Der Aufbau und Betrieb eines Kompetenzzentrums sowie die Verfügbarmachung von Bodeninformation und -wissen sind zwei von fünf prioritären Empfehlungen, die von 40 Forschenden sowie Vertreterinnen und Vertretern aus der Bundesverwaltung und kantonalen Verwaltungen, Verbänden und Organisationen an einem Workshop des NFP 68¹¹ erarbeitet wurden.

⁹ www.parlament.ch/press-releases/Pages/2015/mm-gpk-n-2015-11-24.aspx?lang=1031

¹⁰ Steiger U., Knüsel P., Rey L. (2018): Die Ressource Boden nachhaltig nutzen. Gesamtsynthese des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (nfp 68). Hrsg.: Leitungsgruppe des nfp 68. Bern.

¹¹ www.nfp68.ch/de/News/Seiten/171218-news-nfp68-wissensaustausch-mit-synte-gration.aspx

3.7 Fazit mit Blick auf eine nationale Bodenstrategie

Trotz der grossen ökologischen und ökonomischen Bedeutung des Bodens und der Wichtigkeit der Leistungen, die der Boden für die Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft erbringt, wird der Boden derzeit noch nicht nachhaltig genutzt. Der Erhalt der Bodenfunktionen, d. h. die Leistungsfähigkeit des Bodens ist damit langfristig in Frage gestellt. Die Gründe für diesen Zustand sind vielschichtig und nicht auf einzelne Sektoren oder Politikbereiche begrenzt. Weitere Faktoren wie z. B. unzureichende Bodeninformationen oder mangelnde Sensibilisierung der Akteure sind für den heutigen Zustand des Bodens ebenfalls von Bedeutung.

Erhalt der Bodenfunktion ist in Frage gestellt

Auch aus ethischen Überlegungen muss das Ziel sein, unseren Boden auf eine Weise zu schützen und zu nutzen, dass er langfristig vielfältige Funktionen wahrnehmen kann. Allerdings kommt aus ethischer Sicht den ökologischen Funktionen (Lebensraum-, Produktions- und Regulierungsfunktion) ein höheres Gewicht zu als etwa der Archivfunktion. Im Sinne der Vorsorge und damit des langfristigen Nutzens müssten vor allem diese natürlichen Funktionen erhalten werden¹².

Bewahrung der Böden ist auch aus ethischen Überlegungen geboten

Ein absoluter Schutz des Bodens und seiner Funktionen ist unter den gegebenen Nutzungsansprüchen weder möglich noch sinnvoll. Es ist deshalb ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Schutz und Nutzung des Bodens anzustreben. Dies kann nur durch eine differenzierte Herangehensweise erreicht werden.

Bodenstrategie soll gesamtheitliche Lösungsansätze aufzeigen

Die nationale Bodenstrategie soll den zuständigen Behörden von Bund und Kantonen als Orientierungsrahmen und Entscheidungshilfe dienen. Sie zeigt Wege auf, wie die erkannten Herausforderungen angegangen werden können. Dazu sollen in erster Linie die nötigen Bodendaten beschafft und die bestehenden Politiken und Instrumente besser koordiniert und erst in zweiter Linie – nach umfassender Überprüfung der Gesetzgebung – allenfalls neue Vorschriften ins Auge gefasst werden.

¹² Bachmann A. (2018): Ethische Bewertung der Bodenfunktionen. Internes Papier des Comité d’Ethique. BAFU 2014.

4 Vision und übergeordnete Ziele

Mit der nationalen Bodenstrategie wird folgende Vision verfolgt:

Vision

Die Funktionen des Bodens sind dauerhaft gewährleistet, damit auch zukünftige Generationen die endliche, nicht erneuerbare Ressource Boden für ihre Bedürfnisse nutzen können.

Um dieser Vision gerecht zu werden, sind folgende übergeordneten Ziele anzustreben:

1. Weniger Boden verbrauchen

Es wird angestrebt, dass in der Schweiz ab 2050 netto kein Boden mehr verbraucht wird.¹³ Überbauen von Boden ist weiterhin möglich. Gehen dabei aber Bodenfunktionen verloren, müssen diese an einem anderen Ort durch Bodenaufwertung kompensiert werden.

2. Bodenverbrauch basierend auf einer Gesamtsicht lenken

Damit der Bodenverbrauch im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung gesteuert werden kann, werden die Bodenfunktionen in der Planung und in der Interessenabwägung berücksichtigt. Die dazu nötigen Bodeninformationen liegen vor.

3. Boden vor schädlichen Belastungen schützen

Die Nutzung von Boden führt zu keinen physikalischen, chemischen und biologischen Belastungen, die zu einer dauerhaften Beeinträchtigung der Bodenfunktionen und somit der Bodenfruchtbarkeit führen¹⁴. Bei der Nutzung von Boden wird auf seinen momentanen Zustand und seine Empfindlichkeit Rücksicht genommen, damit die ökologischen Bodenfunktionen und somit die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleiben.

¹³ In Anlehnung an SDG 15.3 «By 2030, [...] strive to achieve a land degradation-neutral world» und zum 7. Umweltaktionsprogramm der Europäischen Union: «Es wird angestrebt, die Landnahme so zu reduzieren, dass bis 2050 netto kein Land mehr verbraucht wird.» Definition des Netto-Null Bodenverbrauchs siehe Glossar. Die Kompensation erfolgt aufgrund qualitativer Anforderungen und nicht bezogen auf die Fläche. Bis zum Vorliegen einer schweizweiten Bodenfunktionskarte wird als Indikator die Bodenversiegelung (gemäss BFS Arealstatistik) herangezogen).

¹⁴ In Übereinstimmung mit Art. 33 Abs. 2 USG: Der Boden darf nur so weit physikalisch belastet werden, dass seine Fruchtbarkeit nicht nachhaltig beeinträchtigt wird; dies gilt nicht für die bauliche Nutzung des Bodens.

4. Degradierete Böden wiederherstellen

Degradierete Böden werden, wo möglich und verhältnismässig, wiederhergestellt und aufgewertet, damit sie ihre standorttypischen Funktionen wieder erfüllen können und ihre Bodenfruchtbarkeit wiederhergestellt ist.

5. Die Wahrnehmung von Wert und Empfindlichkeit des Bodens verbessern

Der Boden wird als wertvolle, empfindliche und endliche Lebensgrundlage wahrgenommen, so dass Massnahmen für den nachhaltigen Umgang mit dem Boden die nötige Akzeptanz finden.

6. Internationales Engagement stärken

Die Schweiz ist für das wirtschaftliche und soziale Wohlergehen nebst der Erhaltung des landeseigenen Bodens auch auf die Erhaltung der Böden im Ausland angewiesen. Aus diesem Grund setzt sich die Schweiz für einen nachhaltigen Umgang mit Boden auf globaler Ebene ein.

Die übergeordneten Ziele haben einen Zeithorizont von 20 bis 30 Jahren (eine Generation). In den nachfolgenden Kapiteln werden diese übergeordneten Ziele für die besonders relevanten Bereiche konkretisiert und entsprechende strategische Stossrichtungen formuliert.

5 Ziele und strategische Stossrichtungen

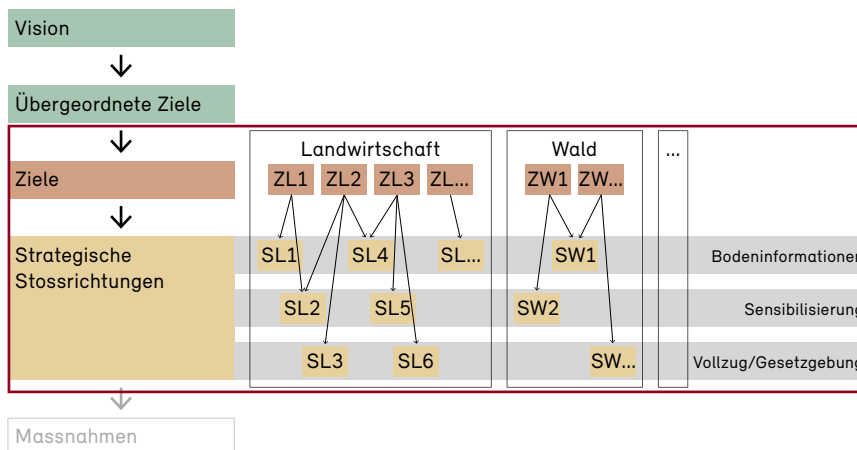
Wie in Kapitel 2 ausgeführt, haben unangepasste Bodennutzungen vor allem negative Auswirkungen auf die ökologischen Bodenfunktionen. Die Beurteilung dieser sogenannten Bodenbedrohungen (siehe Anhang A1) hat ergeben, dass aufgrund der heutigen Bodennutzung in der Schweiz nicht mehr alle Bodenfunktionen dauerhaft sichergestellt sind.

Aufgrund einer detaillierten Analyse des Ist-Zustandes und der Herausforderungen wurden für die als besonders relevant erachteten Bereiche Ziele und strategische Stossrichtungen formuliert.

Abb. 4

Der rote Rahmen stellt die im Kapitel 5 beschriebenen Elemente dar

Die Ziele der verschiedenen Bereiche sind entsprechend bezeichnet (ZL1: erstes Ziel im Bereich Landwirtschaft, ZL2: zweites Ziel im Bereich Landwirtschaft, etc.). Die von den Zielen abgeleiteten, strategischen Stossrichtungen sind nach einer analogen Nomenklatur bezeichnet (SL1, SL2, SL3, etc.). Die grauen Balken zeigen die drei Handlungsfelder.



5.1 Raumplanung

Die haushälterische Nutzung des Bodens ist ein zentrales Ziel der Raumplanung in der Schweiz. Dies umfasst sowohl qualitative als auch quantitative Aspekte. Die qualitativen Aspekte beziehen sich auf die zweckmässige räumliche Zuordnung der verschiedenen Nutzungen, die quantitativen Aspekte auf die Eindämmung des Bodenverlusts.

Haushälterische Nutzung des Bodens umfasst sowohl qualitative als auch quantitative Aspekte

Ein guter Indikator für den Bodenverlust ist die Siedlungsfläche¹⁵. Zwischen den Erhebungen der Arealstatistik 1979/85 und 2004/09 hat die Siedlungsfläche der Schweiz um 584 km² zugenommen, was einer Erhöhung der Siedlungsfläche pro Kopf um 5,2 % entspricht. In Gebieten mit starken Urbanisierungs- und Verdichtungstendenzen oder markantem Bevölkerungswachstum ist jedoch auch ein Rückgang der Siedlungsfläche pro Kopf feststellbar.

Heute entsprechen die Siedlungsflächen der Schweiz 7,5 % der Landesfläche, wobei rund 37 % ausserhalb der Bauzonen liegen. Rund 60 % der Böden innerhalb der Siedlungsflächen sind versiegelt und haben somit keine ökologischen Bodenfunktionen mehr (vgl. Kap. 3.1). Neben einer verminderten Lebensqualität steigen damit auch Risiken mit der Klimaerwärmung (Oberflächenabfluss, Hitzeinseln). Laut Arealstatistik haben die versiegelten Böden in der Schweiz innerhalb von 24 Jahren (1985 bis 2009) um 29 % zugenommen.

5.1.1 Bauzonen

Das Ausscheiden neuer Bauzonen führt letztlich zu einer weitgehenden Versiegelung der betroffenen Böden und somit zu einem Verlust ihrer ökologischen Bodenfunktionen. Insbesondere in den Agglomerationen und den angrenzenden ländlichen Räumen ist vor dem Hintergrund der Bevölkerungsentwicklung damit zu rechnen, dass der Druck, Boden, insbesondere Landwirtschaftsland zu überbauen, weiterhin gross bleiben wird.

Bodenfunktionen werden bei Ausscheidung von Bauzonen ungenügend berücksichtigt

Mit Ausnahme der Eigenschaft «Fruchtfolgefläche» fliessen bei der Ausscheidung von Bauzonen in den wenigsten Fällen weitere Angaben zur Bodenqualität oder zu Bodenfunktionen in den Entscheidungsprozess ein. Bodenkarten verwenden in der Schweiz erst wenige Kantone. Somit kann in vielen Fällen nicht sichergestellt werden, dass neben den ausgeschiedenen Fruchtfolgeflächen weitere Böden mit wichtigen Eigenschaften und Funktionen erhalten bleiben.

Mit seiner Strategie zur nachhaltigen Entwicklung 2016–2019 verfolgt der Bundesrat das Ziel, die Zersiedlung einzudämmen. Mit derselben Zielsetzung hat der Bundesrat auf den 1. Mai 2014 das teilrevidierte RPG und die revidierte Raumplanungsverordnung (RPV) in Kraft gesetzt. Die Revision stellt neue Massnahmen gegen die Zersiedelung zur Verfügung. Die angepasste Raumplanungsverordnung vom 28. Juni 2000 (RPV; SR 700.1), die technischen Richtlinien zu den Bauzonen sowie eine Ergänzung des Leitfadens für die kantonale Richtplanung fordern eine Lenkung der Siedlungsentwicklung nach innen. Dies bedeutet grundsätzlich, dass die Siedlungsentwicklung auf das heute schon überbaute Gebiet zu konzentrieren ist¹⁶ (> SR1). Die Verdichtung der Siedlungsflächen führt in der Tendenz dazu, dass der Ver-

Erhalt der Bodenfunktionen auch im Siedlungsgebiet wichtig

15 Zur Siedlungsfläche gehören gemäss Nomenklatur der Arealstatistik: Gebäudeflächen, Gebäudeumschwung, Industriegebäude, Industrieumschwung, besondere Siedlungsflächen (z. B. Deponien, Baustellen), Erholungs- und Grünanlagen sowie Verkehrsflächen (Strassen, Bahnen, Flugplätze).

16 vgl. Schweizerischer Bundesrat, KdK, BPUK, SSV, SGV (2012): Raumkonzept Schweiz. Überarbeitete Fassung, Bern.

siegelungsgrad innerhalb der Bauzonen zunimmt, dafür werden weniger Flächen eingezont. Die Erhaltung vielfältiger Bodenfunktionen auch innerhalb des Siedlungsraums muss im Rahmen der Siedlungsentwicklung nach innen angegangen und gelöst werden. Es sind dabei möglichst viele überlagernde Nutzungen anzustreben (→ SR2).

Einer qualitativ hochwertigen Verdichtung stehen aber vielerorts die Eigentumsverhältnisse entgegen: Damit wirklich verdichtet gebaut wird, müssen die Grundstücke in Grösse und Form hinsichtlich der optimalen Nutzung und Überbauung ausgedacht werden. (→ SR3)

Das RPG und das Natur- und Heimatschutzgesetz vom 1. Juli 1966 (NHG; SR 451) verlangen schon heute, dass Siedlungen viele Grünflächen enthalten sollen bzw., dass für einen ökologischen Ausgleich zu sorgen ist. Die Kantone und Gemeinden haben somit die Aufgabe, Grünflächen in der Siedlung zu erhalten bzw. sie naturnah zu gestalten und zu bewirtschaften. Der Spielraum dieser Grundsätze ist jedoch sehr gross. Heute sind insbesondere Gemeinden und Private oft noch zu wenig sensibilisiert bezüglich der vielfältigen Bodenfunktionen im Siedlungsraum und der Synergien zwischen der Erhaltung von Bodenfunktionen und einer hochwertigen Siedlungsentwicklung nach innen (→ SR4).

Die Fruchtfolgeflächen umfassen grosse Anteile an Böden des Mittellandes. Der zwischen 2016 und 2020 überarbeitete Sachplan Fruchtfolgeflächen bezweckt den Schutz dieser für die landwirtschaftliche Produktion am besten geeigneten Böden. Er ist zurzeit das einzige raumplanerische Instrument, das die Qualität der Böden und nicht nur deren Fläche zum Inhalt hat.

**Überarbeitung
und Stärkung
des Sachplans
Fruchtfolge-
flächen**

Der Schutz der Fruchtfolgeflächen stellt die Produktionsfunktion ins Zentrum der Schutzbemühungen. Im Hinblick auf eine gesamtheitliche Betrachtung der Bodenfunktionen greift dieser Fokus auf die Produktionsfunktion allerdings zu kurz. Um hier eine Verbesserung zu erzielen und auch die gesetzlich geforderte Interessenabwägung der Raumplanung zu unterstützen, müssen Methoden und Bodeninformationen bereitgestellt werden, welche die Berücksichtigung aller Bodenfunktionen bei raumplanerischen Entscheiden auch ausserhalb der Fruchtfolgeflächen besser ermöglichen (→ SR5).

**Fokus auf die
Produktionsfunk-
tion greift zu kurz**

Ziele

ZR1: Es wird angestrebt, dass sich der Bodenverbrauch für Siedlungen mit den dazu notwendigen Infrastrukturen dauerhaft auf das derzeit in den kantonalen Richtplänen festgelegte Siedlungsgebiet beschränkt.

ZR2: Bei raumwirksamen Tätigkeiten, z. B. der Ausscheidung von Bauzonen und der Siedlungsentwicklung nach innen, werden Grundlagen und Daten zur Bodenqualität systematisch berücksichtigt, mit dem Ziel, möglichst viele Bodenfunktionen langfristig zu erhalten.

ZR3: In den Siedlungen sollen die Böden die für den jeweiligen Standort bedeutsamen Bodenfunktionen möglichst gut erfüllen können und einen Beitrag für die Lebensqualität, die Klimaanpassung und die Biodiversität leisten. Der Versiegelungsgrad ist zu minimieren.

Strategische Stossrichtungen

SR1: Monitoring der Entwicklung der Siedlungsfläche und der Bodenversiegelung.

SR2: Im Rahmen der bestehenden Planungs- und Vollzugsinstrumente sind Prozesse zu initiieren (Fördern von Good-Practice), welche vielfältige Bodenfunktionen fördern und die Bodenversiegelung reduzieren, aber gleichzeitig auch kompakte Siedlungen ermöglichen.

SR3: Es ist zu prüfen, wieweit mittels Anreizen und Auflagen optimale Voraussetzungen für qualitativ hochwertig verdichtetes Bauen geschaffen werden können.

SR4: Sensibilisierung von Gemeindeverwaltungen, Planerinnen und Planern sowie Privaten bezüglich des Wertes von unversiegelten Böden auch in der Siedlung. Dabei sind die Synergien zwischen den Bodenfunktionen und einer hochwertigen, auf die Standorteigenschaften ausgerichteten kompakten Siedlungsentwicklung nach innen aufzuzeigen.

SR5: Bereitstellung von Methoden und Bodeninformationen zur besseren Berücksichtigung der Bodenfunktionen bei der Ausscheidung von Bauzonen.

5.1.2 Bauvorhaben ausserhalb der Bauzonen

Ausserhalb der Bauzonen gibt es eine Vielzahl an zonenkonformen oder standortgebundenen Bauten und Anlagen, welche sich ungünstig auf die Bodenfunktionen auswirken können. Die Auswirkungen beschränken sich dabei nicht nur auf den direkt vom Baukörper beanspruchten Boden, sondern umfassen auch weitere Flächen (kleinräumige Terrainveränderungen, Zufahrten, Baupisten etc.). Bei einigen wird der Boden zwar nicht versiegelt, aber die Bodenfunktionen werden dennoch beeinträchtigt (z. B. bei Pferdekoppeln oder Kiesplätzen).

Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch Bauten und Anlagen ausserhalb der Bauzone

Von der gesamten Siedlungsfläche der Schweiz liegen 37 % ausserhalb der Bauzonen. Ein grosser Teil der Bodenverluste ausserhalb der Bauzonen wird durch die Landwirtschaft und Infrastrukturen (Verkehr, Freizeit und Tourismus, Energie, Ver- und Entsorgung) verursacht, wobei bei der Landwirtschaft der Bodenverbrauch weiter steigt, während er bei den Verkehrsanlagen, welche den grössten Teil der Infrastrukturflächen ausserhalb der Bauzonen belegen, weniger stark zunimmt¹⁷.

¹⁷ Angaben aus «Monitoring Bauen ausserhalb Bauzonen – Standbericht 2019» des ARE: Vergleich Entwicklung 1992/97 mit 2004/09 und 2013/18 (Arealstatistik BFS), S. 12.

Für die Standortwahl und die Gestaltung von Bauten und Anlagen ausserhalb der Bauzonen bestehen beim Bund und in verschiedenen Kantonen Sachpläne, Weisungen und Merkblätter. Die zuständigen Behörden können im Rahmen der Planungen die Standortwahl beeinflussen und in Plangenehmigungen bzw. bei Baubewilligungen entsprechende Auflagen verlangen (> SR8). Mit Ausnahme der Produktionsfunktion (Fruchtfolgeflächen) werden in den Planungs- und Bewilligungsverfahren in der Regel kaum weitere Bodenfunktionen mitberücksichtigt, da entsprechende Grundlagen (mit Ausnahme von Schutzinventaren und Grundwasserschutzzonen) fehlen (> SR6).

Bodenfunktionen werden bei Planungs- und Bewilligungsverfahren ungenügend berücksichtigt

Die Botschaft zur zweiten Etappe der Teilrevision des RPG (RPG 2) wurde dem Parlament am 31. Oktober 2018 unterbreitet. RPG 2 befasst sich insbesondere mit dem Bauen ausserhalb der Bauzonen und enthält neue Vorschläge, wie die Anzahl der Bauten und Anlagen mittel- bis längerfristig stabilisiert, allenfalls gar reduziert werden könnte (> SR7).

Ziele

ZR4: Bei raumwirksamen Tätigkeiten ausserhalb der Bauzonen werden Grundlagen und Daten zur Bodenqualität systematisch berücksichtigt, mit dem Ziel, möglichst viele Bodenfunktionen langfristig zu erhalten.

ZR5: Beim Bauen ausserhalb der Bauzonen ist der Versiegelungsgrad auf ein Minimum zu reduzieren. Nicht mehr benötigte Bauten sollen entfernt und der natürliche Zustand soll wiederhergestellt werden.

ZR6: Der Bund verpflichtet sich bei seinen raumwirksamen Tätigkeiten zu einem vorbildlichen, haushälterischen Umgang mit dem Boden.

Strategische Stossrichtungen

SR6: Bereitstellung von Methoden und Bodeninformationen zur besseren Berücksichtigung der Bodenfunktionen bei der Planung und Bewilligung von neuen Nutzungen oder Nutzungsänderungen ausserhalb der Bauzonen.

SR7: Überprüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen und Schaffen von Anreizen, um die Bodenversiegelung ausserhalb der Bauzonen auf ein Minimum zu reduzieren.

SR8: Bei Infrastrukturvorhaben oder weiteren raumwirksamen Tätigkeiten des Bundes werden Massnahmen zur Reduktion der Bodenverluste im Rahmen der Sachplanungen, der Plangenehmigungen oder Vereinbarungen festgelegt.

5.2 Landwirtschaft

Gemäss aktueller Arealstatistik Schweiz wurden im Jahr 2009 rund 14 800 km² landwirtschaftlich genutzt. Rund 35 % dieser Flächen sind Alpwirtschaftsflächen, 34 % Naturwiesen und Weiden, 28 % produktives Ackerland und 3 % Obst-, Reb- und Gartenbauflächen.

Die Nutzung des Bodens als Träger für landwirtschaftliche Infrastrukturen (Ställe, Gewächshäuser usw.) ist Gegenstand des Kapitels 5.1.

Die landwirtschaftliche Nutzung hat immer Auswirkungen auf den Boden. Neben positiven Effekten kann sie zu verschiedenen Bodenbedrohungen und damit zu einem Verlust von Bodenfunktionen führen. Die grössten Herausforderungen ergeben sich durch Bodenverdichtung, Bodenerosion, Verlust an organischer Substanz und Schadstoffeintrag (vgl. Anhang A1).

5.2.1 Bodenverdichtung infolge landwirtschaftlicher Nutzung

Der Einsatz von schweren Maschinen auf nassen Böden ist die Hauptursache für Bodenverdichtung in der Landwirtschaft (> SL6).

Besonders häufig zeigt sich das Problem der Bodenverdichtung beim Acker- und (intensiven) Gemüsebau, insbesondere im Fall von massereichen Kulturen (z. B. Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln) in feuchteren Lagen, die spät geerntet werden. Auch die Wiese- und Weidenutzung kann als Folge des häufigen Befahrens zur Mahd oder Gülleausbringung bei nassen Bedingungen sowie durch Trittschäden zu einer Verdichtung des Bodens führen. Kommt hinzu, dass feste Termine der Maschinennutzung und der Lieferung von Erntegütern zu einem Erntezwang und schliesslich dazu führen können, dass auch bei ungünstigen Bodenverhältnissen gearbeitet werden muss (> SL3).

Auch der Verlust von organischer Substanz kann die Bodenverdichtung begünstigen (vgl. dazu Kap 5.2.3).

In der Schweiz fehlen genaue und flächendeckende Angaben zum Ausmass von Bodenverdichtungen. Aus der landwirtschaftlichen Praxis sowie aus Versuchsflächen lässt sich ableiten, dass zahlreiche Böden verdichtet sind.

Der Trend zu grösseren Bewirtschaftungseinheiten und schwereren Maschinen einerseits und die Hinweise der Klimaszenarien auf erhöhte Bodenfeuchtigkeit im Winterhalbjahr andererseits¹⁸ lassen vermuten, dass die Bodenverdichtung als Bodenbedrohung auch in Zukunft bestehen bleiben wird.

**Maschineneinsatz
als Hauptursache
für Bodenver-
dichtung**

**Kenntnisse über
das Ausmass und
Entwicklung von
Bodenverdichtun-
gen fehlen**

18 CH2011 (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate and OcCC. Zurich, Switzerland. 88 pp.

Obwohl Bodenverdichtungen infolge landwirtschaftlicher Nutzung in rechtlichen Bestimmungen im Zusammenhang mit Finanzhilfen des Bundes direkt und indirekt erwähnt werden (u. a. im Zusammenhang mit dem ökologischen Leistungsnachweis und Ressourceneffizienzbeiträgen in der Direktzahlungsverordnung oder in der Strukturverbesserungsverordnung), existiert heute noch kein operables System für den Vollzug. Eine Lücke besteht z. B. darin, dass keine gesetzlich festgelegten Richtwerte zur Beurteilung von Bodenverdichtungen vorhanden sind (> SL4/SL5).

Kein operables System für den Vollzug vorhanden

Es existieren bereits eine Vollzugshilfe¹⁹ sowie weitere Hilfsmittel (z. B. Terranimo²⁰, Risikokarten zur Verdichtungsgefährdung). Ein grosses Potenzial besteht diesbezüglich in einem verstärkten Einbezug des Themas Bodenschutz in der landwirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung (> SL2). Wieweit die genannten Massnahmen und Instrumente eine Verringerung des Verdichtungsrisikos in der Schweiz zur Folge haben, ist zu überprüfen (> SL1).

Ziel

ZL1: Vermeidung dauerhafter Verdichtungen landwirtschaftlich genutzter Böden.

Strategische Stossrichtungen

SL1: Verbesserung der verfügbaren Informationen zur (standortbezogenen und momentanen) Verdichtungsempfindlichkeit der landwirtschaftlich genutzten Böden sowie zur Überprüfung von eingeleiteten Massnahmen.

SL2: Sensibilisierung der Bewirtschafter und der Lohnunternehmer bezüglich des Themas Bodenverdichtung.

SL3: Sensibilisierung der Abnehmer von Ernteerzeugnissen bezüglich der Auswirkungen von ungünstigen Erntezeitpunkten (Bodenfeuchte-Zustand) auf die Bodenverdichtung.

SL4: Entwicklung von Beurteilungs- und Entscheidungshilfsmitteln für die Bewirtschafter zum bodenschonenden Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen.

SL5: Überprüfung, ob Grenzwerte und Methoden zur Bestimmung des Strukturzustandes definiert und rechtlich festgelegt werden können.

SL6: Überprüfung, ob zugelassener Einsatz landwirtschaftlicher Maschinen an aktuelle Tragfähigkeit von Böden gebunden werden kann.

¹⁹ BAFU und BLW (2013): Bodenschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bundesamt für Umwelt. Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1313, 59 S.

²⁰ Simulationsmodell für die Berechnung des Bodenverdichtungsrisikos beim Einsatz von landwirtschaftlichen Fahrzeugen, vgl. www.terranimio.ch

5.2.2 Bodenerosion infolge landwirtschaftlicher Nutzung

Die Hauptursache für bewirtschaftungsbedingte Erosion in der Schweiz ist die nicht standortgerechte landwirtschaftliche Nutzung: Ungenügende Bodenbedeckung und Durchwurzelung in kritischen Zeiträumen, zu intensive Bodenbearbeitung, übermässige Beweidung in Hanglagen etc. In Steillagen und in Talwegen tritt Bodenerosion am häufigsten auf, insbesondere in Kombination mit strukturschwachen Böden und mit Starkniederschlagsereignissen. Als besonders gefährdet gelten Hanglagen, aber auch offene Ackerflächen sowie Flächen mit intensivem Gemüseanbau. Infrastukurbedingt können durch fehlende oder mangelhafte Entwässerungen von Strassen und Wegen ebenfalls Erosionsschäden verursacht werden.

Nicht standortgerechte Bodenbewirtschaftung als Hauptursache für Erosion in der Schweiz

Bis anhin liegen nur punktuell Erhebungen zum Auftreten von Bodenerosion vor (> SL7). Aufgrund von Modellrechnungen sind ca. 20% der Ackerflächen der Schweiz als erosionsgefährdet zu bezeichnen²¹ aber auch für das Grasland ist ein erhebliches Erosionsrisiko festzustellen²².

Obwohl die Vorgaben des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) Massnahmen zur Verhinderung von Erosion bedingen, können Versorgungssicherheitsbeiträge für offene Ackerflächen und Einzelkulturbeiträge²³ zur Ausdehnung des Ackerbaus in erosionssensible Standorte (z. B. Hanglagen) führen (> SL9). Die erwarteten Entwicklungen und Trends wie bspw. die Intensivierung und Spezialisierung im Feldfruchtbau, aber auch die tendenziell zunehmenden Starkniederschläge infolge des Klimawandels, können das Risiko der Bodenerosion zukünftig verschärfen (> SL7, SL8).

Die Bodenerosion findet in verschiedenen rechtlichen Bestimmungen direkt oder indirekt Erwähnung²⁴. Bezüglich relevanter erosions- und bewirtschaftungsbedingter Bodenabträge auf Ackerflächen wurden mit der Agrarpolitik 2014–2017 bedeutende Neuerungen eingeführt bzw. bestehende Vorgaben präzisiert. So erfolgt seit 2017 die Kontrolle von Erosionsereignissen gezielt und risikobasiert, und nicht wie bis anhin in Kombination mit den normalen öLN-Kontrollen. Mit der Erosionsrisikokarte und der Vollzugshilfe Landwirtschaft (Modul Bodenschutz) liegen gute Grundlagen für den Vollzug vor (> SL9). Wieweit die genannten Massnahmen und Instrumente eine Verringerung des Erosionsrisikos in der Schweiz zur Folge haben, ist zu überprüfen (> SL7).

Erosionsrisikokarte und Vollzugshilfe Landwirtschaft als gute Grundlagen für den Vollzug

21 Bircher P., Liniger H.P., Prasuhn V. (2019): Aktualisierung und Optimierung der Erosionsrisikokarte (ERK2). Die neue ERK2 (2019) für das Ackerland der Schweiz. Schlussbericht 2019.

22 Schmidt, S., Alewell, C., Meusburger, K. (2018): Mapping Spatio-Temporal Dynamics of the Cover and Management Factor (C-Factor) for Grasslands in Switzerland. *Remote Sensing of Environment* 211, p. 89-104.

23 Dies kann zur Ausdehnung in erosionssensible Standorte (z. B. Hanglagen) führen.

24 In der DZV (öLN Art. 17, Ressourceneffizienzbeiträge Art. 79), in der Strukturverbesserungsverordnung (Art. 14 Abs. 1 Bst. f) sowie in der VBBo, wo Richtwerte für Erosion auf Ackerflächen enthalten sind.

Ziele

ZL2: Keine dauerhafte Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch Erosion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.

ZL3: Keine Beeinträchtigung der Gewässer und naturnaher Lebensräume sowie der Infrastruktur durch abgeschwemmtes Bodenmaterial aus landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Strategische Stossrichtungen

SL7: Verbesserung der verfügbaren Informationen zur Berücksichtigung der Erosionsgefährdung der landwirtschaftlich genutzten Böden (Acker- und Grasland) sowie zur Überprüfung von eingeleiteten Massnahmen.

SL8: Sensibilisierung der Bewirtschafter für die Erosionsproblematik, auch hinsichtlich der erwarteten Verschärfung des Erosionsrisikos durch den Klimawandel.

SL9: Überprüfung der Rahmenbedingungen inkl. Direktzahlungssystem auf eine an den Standort angepasste Landwirtschaft, um die Bodenerosion besser zu verhindern (Vermeidung von Fehlanreizen, Förderung erosionsmindernder Bewirtschaftungspraktiken).

5.2.3 Verlust an organischer Bodensubstanz infolge landwirtschaftlicher Nutzung

Landwirtschaftliche Aktivitäten beeinflussen die organische Bodensubstanz wesentlich. Ein Verlust an organischer Bodensubstanz beeinträchtigt alle Bodenfunktionen mehr oder weniger stark und droht bei allen Böden, die ackerbaulich genutzt werden, insbesondere beim Gemüsebau, bei dem mehrere Kulturen pro Jahr angebaut werden.

Organische Bodensubstanz ist entscheidend für Bodenfunktionen

Bei mineralischen Böden kann – im Gegensatz zu organischen Böden – der Verlust an organischem Kohlenstoff teilweise kompensiert werden, beispielsweise durch angepasste Nachlieferung von organischer Substanz. In mineralischen Ackerböden wurde ein Rückgang des organischen Kohlenstoffs innert der letzten hundert Jahre festgestellt, aber die Gehalte scheinen sich in den letzten 20–30 Jahren stabilisiert zu haben^{25,26}. Neue Untersuchungen zeigen aber, dass es selbst bei ausgewogenen Fruchtfolgen und trotz organischer Düngung auch weiterhin zu Verlusten an organischem Kohlenstoff kommen kann^{27,28} (> SL10, SL13).

Mineralische Böden

25 Maitre V. (2014): Canton de Vaud. Indicateurs de développement durable. Matière organique et activité biologique dans les sols agricoles.

26 Gubler A., Schwab P., Wächter D., Meuli R. G., Keller A. (2015): Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) 1985–2009. Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. Bundesamt für Umwelt. Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1507: 81 S.

27 Oberholzer, H., Leifeld, J., Mayer, J. (2014): Changes in soil carbon and crop yield over 60 years in the Zurich Organic Fertilization Experiment, following land-use change from grassland to cropland. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 177 (5).

28 Leifeld, J., Reiser, R., Oberholzer, H., (2009): Consequences of Conventional versus Organic farming on Soil Carbon: Results from a 27-Year Field Experiment. Agronomy Journal, Volume 101, Issue 5.

Der Verlust an organischer Bodensubstanz ist bei landwirtschaftlich genutzten, organischen Böden besonders gravierend. Daraus resultieren die meisten CO₂-Emissionen in der Schweizer Landwirtschaft. Solche organischen Böden können nicht bewirtschaftet werden, ohne dass ein fortschreitender Verlust an organischer Bodensubstanz auftritt, was damit einhergehend zur Torfsackung führt.²⁹ Die meisten drainierten Moorböden werden seit ca. 50 bis 150 Jahren landwirtschaftlich genutzt. In diesem Zeitraum haben die Torfmächtigkeiten um ca. 50–200 cm abgenommen. Zudem sind, ausser der Wiedervernässung, keine wirksamen und nachhaltigen Regenerationsmassnahmen bekannt (> SL10). Eine Möglichkeit, gesackte, organische Böden weiterhin landwirtschaftlich zu nutzen, stellt das Einarbeiten von anderswo abgetragenen, mineralischem Bodenmaterial dar. Damit solche Arbeiten die gewünschte Verbesserung erzielen, sind die Eingriffe von qualifizierten Fachpersonen zu planen und zu begleiten (vgl. Stossrichtungen im Kap. 5.4). Weiter müssen solche Vorhaben immer in Kenntnis des Bodenaufbaus (> SB5) und unter Berücksichtigung sämtlicher Interessen geplant werden: nebst der Ernährungssicherung müssen namentlich auch die Anliegen des Natur-, Klima, Gewässer- und Hochwasserschutzes in die Abwägungen einfließen.

Organische Böden

Heute haben in vielen meliorierten Gebieten die Drainagen das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und müssten ersetzt oder erneuert werden. In diesem Zusammenhang ist es angezeigt, die künftige Nutzung dieser Böden unter Berücksichtigung aller Aspekte (Landwirtschaft, Natur-, Klima-, Gewässerschutz sowie Naturgefahren) zu überdenken (> SL14).

**Erneuerung der
Drainagen als
Chance nutzen**

Um flächendeckend verlässliche Aussagen zur Entwicklung des organischen Gehalts in mineralischen und organischen Böden zu erlauben, sind heute nicht genug Bodeninformationen vorhanden, (> SL13). Wie sich der Anteil der organischen Substanz in den Böden als Folge des Klimawandels verändern wird, kann zurzeit ebenfalls nicht abgeschätzt werden.

Der Verlust von organischer Bodensubstanz findet in verschiedenen rechtlichen Bestimmungen direkt oder indirekt Erwähnung (z. B. öLN und DZV). Allerdings sind die Bestimmungen ungenügend präzisiert bzw. es existiert kein operables System für den Vollzug (> SL11/SL12).

**Kein operables
System für den
Vollzug vorhanden**

²⁹ Hagedorn, A., Krause, H.-M., Studer, M., Schellenberger, A., Gattinger, A. (2018): Thematische Synthese TS2 des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68). Bern.

Ziele

ZL4: Kompensation des Verlusts von organischer Bodensubstanz infolge landwirtschaftlicher Nutzung mineralischer Böden.

ZL5: Minimierung des Verlusts von organischer Bodensubstanz infolge landwirtschaftlicher Nutzung organischer Böden.

Strategische Stossrichtungen

SL10: Erarbeitung von Empfehlungen zum Erhalt der organischen Bodensubstanz bei der landwirtschaftlichen Produktion.

SL11: Entwicklung von Beurteilungs- und Entscheidungshilfen für Bewirtschafter/innen zur Vermeidung von Verlusten von organischer Bodensubstanz infolge landwirtschaftlicher Nutzung.

SL12: Überprüfung der Rahmenbedingungen inkl. Direktzahlungssystem auf eine an den Standort angepasste Landwirtschaft, um organische Bodensubstanz besser zu erhalten.

SL13: Verbesserung der verfügbaren Informationen zum Erfassen des organischen Gehalts landwirtschaftlich genutzter Böden sowie zur Überprüfung von eingeleiteten Massnahmen. Erarbeitung von Ziel- und Referenzwerten für den organischen Gehalt im Boden.

SL14: Entwicklung von Leitlinien zur künftigen Nutzung landwirtschaftlich genutzter organischer Böden, insbesondere bei anstehenden Drainageerneuerungen. Dabei sind nicht nur die Aspekte der Landwirtschaft, sondern auch jene der Biodiversität, des Klima-, Gewässer- und Hochwasserschutzes zu berücksichtigen.

5.2.4 Schadstoffeintrag durch die Landwirtschaft

Durch den Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln (PSM), von Kosubstraten in Biogasanlagen und Kompostierwerken oder von anderen Recyclingdüngern bzw. Hilfsstoffen kann es zu erheblichen Schädigungen der Bodenfunktionen kommen. Ähnlich problematisch ist auch der Einsatz von Futtermittelzusätzen oder Medikamenten zu beurteilen, der indirekt über das Ausbringen von Hof- und Recyclingdüngern zu einer Kontamination des Bodens führen kann (> SL17). Ein neu erkanntes Problem ist (Mikro-)plastik. Dieses kann durch das Ausbringen von Substraten aus Biogasanlagen in den Boden gelangen oder über Mulchfolien, die nach dem Gebrauch nicht komplett eingesammelt werden und daher zum Teil im Boden verbleiben. (> SL18). Insbesondere wenn ein intensiver und langjähriger Einsatz von kritischen Produktionsmitteln vorliegt, ist das Risiko einer Anreicherung von Schadstoffen in den Böden gross.

Intensiver und langjähriger Einsatz von kritischen Produktionsmitteln besonders problematisch

Besonders betroffen durch Schadstoffbelastungen sind intensiv genutzte Grünlandstandorte sowie Böden von Intensivkulturen wie Gemüse-, Obst- und Weinbau.

Das genaue Ausmass der Schadstoffbelastung von Schweizer Böden ist aber nicht bekannt³⁰ (→ SL15).

Der wirtschaftliche Druck auf die Landwirtschaft zur Ertragssteigerung führt zu einer Intensivierung der Produktion, was einen vermehrten Einsatz von PSM und Düngern zur Folge haben kann. Dies kann zu einem unerwünschten Austrag dieser Stoffe aus der Landwirtschaft und dadurch zu Immisionen in naturnahe Ökosysteme führen.

Wirtschaftlicher Druck als Treiber für Schadstoffeintrag

Schadstoffe im Boden sind Gegenstand einer grossen Zahl von Regelungen in verschiedenen Verordnungen³¹. Diese Vielzahl von Regelungen ist wenig übersichtlich und erschwert damit den Vollzug (→ SL16). Was die bestehenden Grenzwerte für Schadstoffe und die Zulassung von Produktionsmitteln betrifft, besteht eine Abhängigkeit von internationalem Recht (insbesondere jenem der EU).

Unübersichtliche Regelungen erschweren den Vollzug

Im Zusammenhang mit der Anwendung von PSM, hat der Bundesrat in Beantwortung des Postulats Moser (12.3299) das WBF beauftragt, in Zusammenarbeit mit dem EDI und dem UVEK einen Aktionsplan zur Reduktion der Risiken und zur Förderung einer nachhaltigen Anwendung von PSM bis Ende 2016 zu erarbeiten. Der Bundesrat hat diesen Aktionsplan im September 2017 verabschiedet. Aktivitäten zur effizienten und nachhaltigen Verwertung von Hof- und Recyclingdüngern existieren (Hoduflu) und sollten verstärkt werden.

Aktionsplan PSM in Erarbeitung

Ziele

ZL6: Keine dauerhafte Beeinträchtigung der Bodenfunktionen und damit keine Beeinträchtigung der Gewässer und naturnaher Lebensräume durch Schadstoffe aus der Landwirtschaft.

ZL7: Substanzielle Reduktion des Risikos für Mensch, Tier, Pflanzen und Gewässer infolge von Schad- und Fremdstoffeinträgen durch PSM und Dünger und weiteren Produktionsmitteln.

³⁰ Die Aussage, in der Schweiz seien 90% des Bodens als schwach und 10% als mittel bis stark belastet zu bezeichnen, wird oft zitiert, kann aber nicht belegt werden.

³¹ In der VBBo werden Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für anorganische und organische Schadstoffe definiert, die ChemRRV gibt (für alle Dünger Grenzwerte für Schwermetalle vor; für Hofdünger, organische und Recyclingdünger zusätzlich Richtwerte für organische Schadstoffe, dazu kommen LRV, VVEA, GSchV, PSMV, DüV (Verweis auf Werte ChemRRV), DüBV (Minimalwerte Nährstoffe für Deklaration, Anwendungshinweis: «nur bei tatsächlichem Bedarf»), FMV (Futtermittelkontrolle), FMBV (Grenzwerte für Schwermetalle Cu, Zn), DZV (öLN, Ressourceneffizienzbeiträge, Produktionssystembeiträge), LwG Art. 77a/b (Ressourcenprogramm).

Strategische Stossrichtungen

SL15: Verbesserung der verfügbaren Informationen zur Früherkennung bzw. Risikoabschätzung von Schad- und Fremdstoffeinträgen im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktion.

SL16: Harmonisierung und Vereinfachung der Regelungen zur Anwendung von Hilfsstoffen in der Landwirtschaft.

SL17: Überprüfung der gesetzlichen Regelungen zur Reduktion des Risikos von Schadstoffeinträgen durch PSM und Dünger und zur Förderung deren nachhaltigen Anwendung, unter Berücksichtigung des Aktionsplans PSM.

SL18: Überprüfung der gesetzlichen Regelungen zur Verhinderung des Eintrags von Plastik und Mikroplastik in den Boden und Förderung einer guten landwirtschaftlichen Praxis, namentlich im Zusammenhang mit Mulchfolien und Substraten aus Biogasanlagen.

5.2.5 Verlust an Bodenbiodiversität infolge landwirtschaftlicher Nutzung

Die Intensivierung der Landwirtschaft verursacht einen Rückgang der biologischen Vielfalt und der Aktivität der Lebewesen im Boden und führt somit zu einer Abnahme der Lebensraumfunktion. Dies kann in der Folge zu einer Verringerung der anderen ökologischen Bodenfunktionen, der Produktions- und Regulierungsfunktion führen (Wasserhaushalt, Umsatz organischer Substanzen). Verschiedene aktuelle Studien^{32,33,34} weisen einen Zusammenhang zwischen intensiver landwirtschaftlicher Bewirtschaftung und der Verringerung der biologischen Aktivität im Boden nach. Grössere Organismen (Regenwürmer, Makroarthropoden, Nematoden) sind davon stärker betroffen als Mikroorganismen (Bakterien, Pilze). Für letztere ist vor allem die Abnahme der Verfügbarkeit organischer Substanz von Kulturpflanzen (Ernterückstände) und organischen Düngern relevant.

Intensivierung der Landwirtschaft führt zum Rückgang der Bodenbiodiversität

In den vergangenen 50 Jahren hat die Intensivierung der Landwirtschaft massive Ertragssteigerungen erlaubt. Diese Entwicklung wurde im Wesentlichen durch die Industrialisierung und Mechanisierung der Landwirtschaft unter dem Einsatz von grossen Mengen an landwirtschaftlichen Hilfsstoffen ermöglicht, mit dem Ergebnis, dass die Bodenlebewesen beeinträchtigt wurden. Bislang hat dieser Rückgang der Bodenbiodiversität und -aktivität noch keine verringerten Ernteerträge zur Folge gehabt, weil Beeinträchtigungen der Produktionsfunktion von Böden durch die Zugabe von Düngemitteln und Pestiziden kompensiert werden konnten. Wenn die biologische Aktivität in den Böden nicht aufrechterhalten oder wiederhergestellt werden kann, sind Beeinträchtigun-

32 Ponge J.-F. et al. (2013): The impact of agricultural practices on soil biota. A regional study. *Soil Biology & Biochemistry* 67, p. 271-284.

33 Tsiafouli M. A. et al. (2015): Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21 (2), p. 973-985.

34 Postma-Blaauw M. B. et al. (2010): Soil biota community structure and abundance under agricultural intensification and extensification. *Ecology* 91.

gen von Bodenfunktionen zu erwarten, die sich künftig auch in Rückgängen bei den landwirtschaftlichen Erträgen niederschlagen können³² (> SL20, SL21).

Ein Überangebot an Stickstoff führt zu einer Abnahme der Biodiversität auf dem Boden, indem empfindliche Arten durch nährstoffliebende Arten verdrängt werden und die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften eingeengt wird. So leiden in der Schweiz 95 % der Wälder, 100 % der Hochmoore, 84 % der Flachmoore und 42 % der Trockenwiesen und -weiden unter zu hohen Stickstoffeinträgen aus der Luft³⁵. Rund zwei Drittel dieser Einträge stammen von Ammoniak-Emissionen – vor allem aus der Landwirtschaft (> SL22).

Ammoniaketräge aus der Landwirtschaft als Problem für die Biodiversität

In der Schweiz existieren hingegen keine Studien, deren Resultate Aussagen zum landesweiten Zustand der Bodenbiodiversität erlauben würden (> SL19). Seit 2012 werden zwar im Rahmen des Pilotprogramms NABObio in landwirtschaftlichen Acker- und Dauergrünlandparzellen bodenmikrobiologische Parameter gemessen. Im Moment ist es aber noch nicht möglich, zeitliche Trends abzusehen oder Aussagen auf nationaler Ebene zu machen. Im Ausland lässt das Monitoring der Bodenbiodiversität eine Verschlechterung erkennen, die im Zusammenhang mit der Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung und des damit zusammenhängenden Rückgangs der organischen Bodensubstanz steht.

Keine verlässlichen Daten zum Zustand der Bodenbiodiversität in der Schweiz verfügbar

Aufgrund des Fehlens verlässlicher Daten sind Aussagen zur möglichen Entwicklung der Bodenbiodiversität in der Schweiz kaum möglich. Der Gehalt an organischer Bodensubstanz («Humusgehalt») korreliert aber direkt mit der Bodenbiodiversität und ihrer Aktivität (vgl. Kap. 5.2.3).

Ziel

ZL8: Kein dauerhafter Verlust von Bodenbiodiversität und -aktivität aufgrund landwirtschaftlicher Nutzung.

Strategische Stossrichtungen

SL19: Verbesserung der verfügbaren Informationen zur Bodenbiodiversität und -aktivität von landwirtschaftlich genutzten Böden. Erarbeitung von Ziel- und Referenzwerten für die Biodiversität im Boden.

SL20: Förderung landwirtschaftlicher Anbaumethoden, die eine standort-typische, biologisch aktive Lebensgemeinschaft gewährleisten.

SL21: Berücksichtigung der Bodenbiodiversität und -aktivität bei der Planung und Ausscheidung von ökologischen Vernetzungsstrukturen.

SL22: Konsequente Umsetzung der möglichen Massnahmen zur Minimierung von Stoffausträgen wie Ammoniak aus der Landwirtschaft.

35 Fischer M. et al. (2015): Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Hrsg.: Forum Biodiversität Schweiz. Bern.

5.3 Wald

Gemäss Arealstatistik 2013 beträgt der Anteil der bestockten Flächen an der Gesamtfläche der Schweiz 31.3 %³⁶.

Die grössten Herausforderungen im Wald ergeben sich durch die Eutrophierung und Versauerung von Waldböden durch Stickstoffeinträge aus der Luft. Aber auch die Bewirtschaftung des Waldes kann zu einem Verlust an Bodenfunktionen führen: die Verdichtung von Waldböden stellt ein ernstzunehmendes Problem dar. (vgl. Anhang A1).

5.3.1 Eutrophierung und Versauerung von Waldböden

Der Eintrag von Stickstoffverbindungen über die Atmosphäre ist die Ursache der Überdüngung und Versauerung von Waldböden. Die Quellen der Stickstoffverbindungen sind hauptsächlich die Landwirtschaft und der Verkehr. Rund zwei Drittel des über die Luft eingetragenen Stickstoffs haben ihren Ursprung aus der Landwirtschaft (Ammoniak), etwa ein Drittel stammt aus Verbrennungsprozessen (Stickoxide). Waldbäume kämmen die Stickstoffverbindungen mit ihrer grossen Oberfläche aus der Luft aus, so dass der Eintrag in Wäldern höher ist als auf nicht bewaldeten Flächen³⁷. Bei zu hohen Einträgen werden die Waldböden überdüngt und versauern und verlieren wichtige Nährstoffe (Ca, Mg, K). Langfristig führt das zu Nährstoffungleichgewichten³⁸. Im Zusammenhang mit der vielerorts praktizierten Ganzbaumnutzung (Vollbaum-Ernte) wird das Problem des Nährstoffentzugs noch einmal verstärkt.

Eintrag von Stickstoffverbindungen aus der Luft als Hauptursache

Heute bestehen erst unzureichende Informationen bezüglich der Eutrophierung und Versauerung von Waldböden. Die von der Waldpolitik³⁹ geforderte Abklärung des Ausmasses der gefährdeten Waldbestände und Waldstandorte (Inventur) beinhaltet deshalb auch die Erfassung von Bodeninformationen. Die entsprechenden Erhebungen und Auswertungen sollten im Rahmen eines umfassenden Konzeptes Bodeninformation koordiniert werden (> SW1).

Bessere Bodeninformationen nötig

Nationale und internationale Vorgaben zur Luftreinhaltung sind die massgeblichen Instrumente zur Begrenzung der Stoffeinträge. Trotz dieser Vorgaben sind die kritischen Belastungsgrenzen für Stickstoff in 90% der Schweizer Wälder überschritten, wodurch negative Veränderungen auftreten können (Critical Loads)⁴⁰.

Weitere Reduktion von Luftschadstoffemissionen nötig

36 BFS (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt für Statistik. Neuchâtel. 24 S.

37 Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL (2005): Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz. Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL). Schriftenreihe Umwelt Nr. 384.

38 Forum für Wissen (2013): Bodenschutz im Wald – Ziele – Konflikte – Umsetzung. WSL-Berichte. S. 23–28, ISSN 2296-3448. URL: www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/13083.pdf.

39 Waldpolitik. Ziele und Massnahmen 2030.

40 Rihm B., Künzle T. (2019): Mapping Nitrogen Deposition 2015 for Switzerland, Technical Report on the Update of Critical Loads and Exceedance, including the years 1990, 2000, 2005 and 2010. Report under contract to the Federal Office for the Environment (FOEN).

Neben der geforderten Inventur formuliert die Waldpolitik, dass der Bund unter Einbezug der betroffenen Akteure ein Konzept zur Verbesserung des Nährstoffhaushalts im Wald erarbeitet (Empfehlungen für Kantone und Waldbesitzer). In Anbetracht der fortwährenden Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen für eutrophierende Stickstoffeinträge im Wald, ist die konsequente Umsetzung der technisch möglichen Massnahmen zur Reduktion der Ammoniak-Emissionen angezeigt (→ SL22 siehe Kapitel 5.2.5).

Ziel

ZW1: Keine dauerhafte Beeinträchtigung der Bodenfunktionen von Waldböden durch Stoffeintrag aus der Atmosphäre.

Strategische Stossrichtungen

Als Ergänzung zu den bereits in der Waldpolitik definierten Massnahmen ergeben sich für die Bodenstrategie folgende Stossrichtungen:

SW1: Verbesserung der verfügbaren Informationen über Ausmass und Entwicklung sowie Wirkung der Eutrophierung und Versauerung von Waldböden.

5.3.2 Verdichtung von Waldböden

Das Befahren von Waldböden durch schwere Forstmaschinen reduziert das Porenvolumen und damit den Luft- und Wasseraustausch und das durchwurzelbare Bodenvolumen. In der Folge werden das Pflanzenwachstum sowie die Regulierungs- und die Lebensraumfunktion der Waldböden beeinträchtigt.

Einsatz schwerer Forstmaschinen führt zur Bodenverdichtung im Wald

Die infolge des Klimawandels zu erwartende erhöhte Bodenfeuchtigkeit im Winterhalbjahr⁴¹ wird das Verdichtungsproblem voraussichtlich noch weiter verschärfen.

Klimawandel dürfte Verdichtungsproblem verschärfen

Im Jahr 2010 wurde von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) ein «Merksblatt für die Praxis» zum physikalischen Bodenschutz im Wald publiziert. 2016 hat das BAFU das Handbuch «Physikalischer Bodenschutz im Wald» publiziert, in dem die Grundlagen der bodenschonenden Befahrung von Waldböden aufgeführt sind⁴². In der «Waldpolitik. Ziele und Massnahmen 2030» wird der weitere Wissenstransfer über die bodenschonende Waldbewirtschaftung in die Praxis adressiert. Hierfür sind Bund, Kantone und Waldverbände zuständig (→ SW2).

Bodenschonende Waldbewirtschaftung benötigt Bodeninformationen und bessere Kommunikation

41 CH2011 (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC. Zurich, Switzerland. 88 pp.

42 Lüscher P., Frutig F., Thees O. (2016): Physikalischer Bodenschutz im Wald. Waldbewirtschaftung im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und Erhaltung der physikalischen Bodeneigenschaften. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1607. 159 S.

Ziel

ZW2: Vermeidung dauerhafter Verdichtungen von Waldböden.

Strategische Stossrichtungen

Als Ergänzung zu den bereits in der Waldpolitik definierten Massnahmen ergeben sich für die Bodenstrategie folgende strategische Stossrichtungen:

SW2: Verbesserung der verfügbaren Informationen und Wissenstransfer in die Praxis mit dem Ziel, bodenschonende Waldbewirtschaftung zu fördern. Bestehende Grundlagen der Kantone werden berücksichtigt.

5.4 Baustellen und Terrainveränderungen

Die permanente Beanspruchung des Bodens für den Bau von Infrastrukturen (Versiegelung) ist Gegenstand des Kapitels 5.1 Raumplanung. Im vorliegenden Kapitel geht es um die vorübergehende Beanspruchung von Böden im Zusammenhang mit Baustellen und um Böden, auf welchen Terrainveränderungen vorgenommen werden.⁴³

Bei Baustellen wird in den meisten Fällen Bodenmaterial abgetragen, zwischengelagert, transportiert und wieder aufgetragen. Wird dabei unsachgemäss vorgegangen, können diese Aktivitäten zu einem Verlust von Bodenfunktionen führen, insbesondere durch Bodenverdichtung, den Abbau von organischer Substanz und den Verlust an Bodenbiodiversität (vgl. Anhang A1). Auch das reine Befahren des Bodens mit schweren Baumaschinen kann zu Verdichtungen führen, die den Boden permanent schädigen. Erdverschiebungen sind zudem wichtige Verbreitungswege von invasiven Arten.

Unsachgemässer Umgang mit abgetragenem Boden kann zum Verlust von Bodenfunktionen führen

Baustellen mit Bodeneingriffen produzieren fast immer einen Überschuss an Bodenmaterial, welches als wertvolle Ressource verwertet werden müsste. Aus Platzmangel kann abgetragenes Bodenmaterial oft nicht vor Ort gelagert oder wieder eingebracht werden. Es wird deshalb als Abfall deponiert, obwohl es unbelastet ist.

Eine Möglichkeit, unverschmutztes Bodenmaterial von Baustellen zu verwerten, sind Terrainveränderungen in der Landwirtschaft zur Bodenaufwertung, d. h. zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit. Solche Massnahmen sind aber immer auch ein schwerer Eingriff in die gewachsenen Böden: Die Bodenstruktur kann Schaden nehmen und der Bodenaufbau unerwünscht verändert werden. Beides hat eine Verringerung der ökologischen Bodenfunktionen zur Folge.

Terrainveränderungen stellen einen schweren Eingriff in gewachsene Böden dar

⁴³ In Übereinstimmung mit Art. 33 Abs. 2 USG: Der Boden darf nur so weit physikalisch belastet werden, dass seine Fruchtbarkeit nicht nachhaltig beeinträchtigt wird; dies gilt nicht für die bauliche Nutzung des Bodens.

Der Ausdruck *Bodenaufwertung* wird zuweilen aber auch als Begründung missbraucht, um unverschmutztes Bodenmaterial günstig zu entsorgen, indem es auf natürlich flachgründige Böden ausgebracht wird. Dies ist unzulässig, weil aus Sicht Bodenschutz standorttypische Böden unabhängig von ihrer landwirtschaftlichen Qualität zu erhalten sind⁴⁴. Zudem erfüllen solche flachgründigen Böden oft wichtige Funktionen für die Biodiversität. Demgegenüber bieten sich zur Aufwertung anthropogen degradierte Böden an. Es fehlen aber vielerorts Informationen zu Lage und Ausmass geeigneter Standorte (> SB5).

Aufwertung von natürlichen Böden ist unzulässig

Als «anthropogen degradierte» Böden sind alle Böden zu betrachten, deren Bodenaufbau (Schichtabfolge und -mächtigkeit) infolge einer Bautätigkeit – namentlich durch Auftragen von anderswo abgetragenen Boden- oder Aushubmaterial oder durch Verdichtung – stark verändert worden ist. Ebenfalls als anthropogen degradiert sind gesackte organische Böden oder solche, die über den Prüfwerten gemäss VBBo belastet sind, zu beurteilen. Demgegenüber steht die Veränderung des Bodenaufbaus durch normale ackerbauliche Bewirtschaftung. Diese gilt nicht als anthropogene Degradierung, weil sie nur die oberste Schicht (den A-Horizont) in sich selbst mischt.

Was sind anthropogen degradierte Böden?

Für Bodenaufwertungen wird manchmal auch belastetes oder ungeeignetes Boden- oder Aushubmaterial verwendet. Diese Praxis ist gemäss geltendem Umweltrecht illegal⁴⁵ und beeinträchtigt die ökologischen Bodenfunktionen langfristig und stellt zunehmend ein Problem dar.

Illegale Bodenaufwertungen zunehmend ein Problem

Schätzungsweise stünden in der Schweiz jährlich 4 Mio. m³ sauberer Oberboden und 11 Mio. m³ sauberer Unterboden für eine Wiederverwendung zur Verfügung⁴⁶. Zusammen entspricht das knapp zweimal dem Volumen der Cheopspyramide. Schon allein das Oberbodenmaterial würde ausreichen, um die Fläche des Silsersees einen Meter hoch zuzudecken.

Jährlich stehen riesige Bodenmengen zur Verfügung

Durch die Anforderung des Sachplans Fruchtfolgeflächen an die Kantone, ein genügend grosses Kontingent an Fruchtfolgeflächen (ackerfähiges Kulturland) auszuweisen, nimmt der Druck auf die Kantone laufend zu, Böden zu Fruchtfolgeflächen aufzuwerten. Es ist daher mit einer Zunahme von entsprechenden Vorhaben zu rechnen. Zudem können Bodenaufwertungen über Massnahmen der Strukturverbesserungsverordnung zur Erhaltung und Verbesserung von Struktur und Wasserhaushalt des Bodens finanziell vom Bund unterstützt werden.

44 Laut Art. 2 Abs. 1 VBBo definiert sich die Fruchtbarkeit eines Bodens danach, ob die biologisch aktive Lebensgemeinschaft, die Bodenstruktur, der Bodenaufbau und die Mächtigkeit für seinen Standort typisch sind. Ein Auftrag von Boden auf natürlich gewachsene Böden verändert in der Regel die ursprüngliche standorttypische Struktur, den Bodenaufbau und die Lebensgemeinschaften.

45 VBBo Art. 7 Abs. 2.

46 Fry P., Liechti K. (2009): Wiederverwendung von abgetragenen, sauberem Boden in der Landwirtschaft. Erarbeitung der Grundlagen für die Entwicklung eines akteurorientierten Lösungsansatzes. Abschlussbericht.

Bereits heute ist in der VBBo festgehalten, wie der Umgang mit Boden auf Baustellen zu geschehen hat, damit Bodenverdichtungen und -erosion vermieden werden können. Zudem wird bei UVP-pflichtigen Baustellen heute meistens eine bodenkundliche Baubegleitung gefordert. Diese ist verantwortlich für die Einhaltung der bodenschutzrechtlichen Bestimmungen sowie der projektspezifischen Auflagen aus dem jeweiligen Bewilligungsverfahren. Dadurch werden die Bodenschutzziele auf UVP-pflichtigen Baustellen in aller Regel gut erreicht. Bei nicht UVP-pflichtigen Baustellen gelten zwar dieselben gesetzlichen Vorgaben, doch wird meist keine formalisierte Prüfung der Umweltauswirkungen durchgeführt und Massnahmen für den Bodenschutz gehen vergessen (> SB1/SB3).

Keine formalisierte Prüfung der Umweltauswirkungen auf kleinen Baustellen

Die Pflicht zur Verwertung von abgetragenem Bodenmaterial ist seit 1.1.2016 in der Abfallverordnung vom 4. Dezember 2015 (VVEA; SR 814.600) verankert⁴⁷. Damit diese Verwertungspflicht nicht zu einem Zielkonflikt führt, haben «Aufwertung» oder «Verbesserung» von Böden primär auf anthropogen degradierten Böden zu erfolgen. Die Kenntnis über geeignete Böden muss durch das Erstellen von entsprechenden Karten in den Kantonen verbessert werden (> SB5).

Terrainveränderungen und Bodenaufwertungen werden oft in Verfahren genehmigt, in denen keine formalisierte Prüfung der Umweltauswirkungen vorgenommen wird. Obwohl die dazu notwendigen Informationen und Vollzugshilfen eigentlich verfügbar sind⁴⁸, gehen wirksame Massnahmen für den Bodenschutz häufig vergessen. Mit der Umgehung von Vorschriften bei der Verwertung von Aushub können überdies erhebliche finanzielle Mittel eingespart werden. Die Probleme bei Terrainveränderungen und Bodenaufwertungen können somit primär mit der Verstärkung des Vollzugs angegangen werden (> SB2). Zudem sind die betroffenen Akteure teilweise nicht genügend sensibilisiert bezüglich der möglichen negativen Auswirkungen von Terrainveränderungen auf die ökologischen Bodenfunktionen (> SB4).

Ziele

ZB1: Keine dauerhafte Beeinträchtigung der Bodenfunktionen infolge physikalischer, chemischer oder biologischer Belastung des Bodens durch Bautätigkeit oder durch Terrainveränderungen.

ZB2: Möglichst vollständige Verwertung von geeignetem, abgetragenem Ober- und Unterboden.

ZB3: Schutz von natürlich gewachsenen, ungestörten Böden mit standorttypischen Bodeneigenschaften vor Terrainveränderungen.

⁴⁷ Die VVEA sieht in Art. 18 Abs. 1 eine Verwertungspflicht für Ober- und Unterboden vor.

⁴⁸ Merkblatt der Kantone AG, AI, BE, BL, BS, FR, GR, JU, LU, SG, SO, TG, VD, ZG, ZH und des Fürstentums Liechtenstein (ohne Jahr): Bodenschutz beim Bau von Golfanlagen. Sowie diverse kantonale Vollzugshilfen für Terrainveränderungen.

Strategische Stossrichtungen

SB1: Verstärkung des Vollzugs bezüglich des physikalischen und biologischen Bodenschutzes insbesondere auch bei nicht UVP-pflichtigen Bauvorhaben.

SB2: Verstärkung des Vollzugs durch die Überprüfung der Bewilligungspraxis für Terrainveränderungen und Bodenaufwertungen.

SB3: Sensibilisierung der zuständigen Behörden sowie der Bauunternehmer bezüglich sachgerechtem Umgang mit Boden beim Bauen.

SB4: Sensibilisierung der relevanten Akteure bezüglich des physikalischen Bodenschutzes bei Terrainveränderungen.

SB5: Identifikation und kartografische Darstellung von anthropogen degradierten Böden, welche sich für Bodenaufwertungen eignen. Dabei sind nicht nur die Aspekte der Landwirtschaft, sondern auch jene der Biodiversität sowie des Klima- und Gewässerschutzes zu berücksichtigen.

5.5 Veranstaltungen «auf der grünen Wiese»

Freizeitveranstaltungen «auf der grünen Wiese», wie Open-Air-Konzerte, Motocross-Rennen, Turnfeste, Tractorpulling und Ähnliches haben in den letzten Jahren deutlich zugenommen und stellen für die zuständigen kantonalen Behörden immer mehr eine grosse Herausforderung dar. Neben kleinen Veranstaltungen sind vermehrt grosse und professionell organisierte Anlässe zu verzeichnen. Solche Veranstaltungen finden oft auf flachen, für die Landwirtschaft gut geeigneten Böden statt. Durch das Aufstellen und den Betrieb der Infrastrukturen inkl. Parkplätzen oder das Befahren des ungeschützten Bodens mit Lastwagen kann es zu Bodenverdichtungen kommen. Das Ausmass dieser Verdichtung hängt stark von der Veranstaltungsform und von der aktuellen Bodenbeschaffenheit ab. Für bestimmte Veranstaltungen, wie Motocross-Rennen, werden auch Terrainveränderungen vorgenommen (vgl. dazu Kap. 5.4).

Hauptproblem
Bodenverdichtung

Veranstaltungen «auf der grünen Wiese» benötigen in der Regel keine Baubewilligungen, sondern nur gewerbe- oder strassenpolizeiliche Bewilligungen. Die Umweltfachstellen werden meistens nicht einbezogen und Bodenschutzmassnahmen werden nur in Ausnahmefällen verfügt.

Bodenschutz-
massnahmen
gehen vergessen

Zur Vermeidung von schädlichen Bodenbelastungen bei Veranstaltungen «auf der grünen Wiese» müssen die bestehenden Regelungen zum Schutz des Bodens konsequent angewendet werden. Voraussetzung dafür sind Bewilligungsverfahren, welche den Einbezug der Bodenanliegen sicherstellen (> SV1).

Mehrere Kantone haben zusammen mit dem BAFU ein Merkblatt «Freizeitveranstaltungen auf der Grünen Wiese» publiziert, das sich an Veranstalter, Landwirte und Gemeindebehörden richtet und Massnahmen für den Bodenschutz (Vorbereitung, Durchführung, Wiederherstellung) enthält⁴⁹. Im Zusammenhang mit der Revision der Technischen Verordnung über Abfälle (heute VVEA) wurde vor einigen Jahren auch die VBBo angepasst: Zur Vermeidung von Bodenbelastungen bei grösseren Veranstaltungen und temporären Installationen «auf der grünen Wiese» gilt nun Artikel 6 Absatz 1 VBBo nicht nur für die Erstellung von Anlagen und die Bodenbewirtschaftung, sondern generell für die Beanspruchung von Böden.

Neue Rechtsgrundlagen und Vollzugshilfsmittel vorhanden

Ziel

ZV1: Keine dauerhafte Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch Bodenbelastungen in Folge von Veranstaltungen «auf der grünen Wiese».

Strategische Stossrichtung

SV1: Überprüfen der Bewilligungspraxis für Veranstaltungen «auf der grünen Wiese» im Hinblick auf eine bessere Berücksichtigung des Umwelt- und Bodenschutzes.

5.6 Nutzung von Böden in der Siedlung

Unversiegelte Böden in der Siedlung erfüllen spezielle Funktionen in der Regulierung: Sie halten Niederschlagswasser zurück und lassen es langsam versickern, was aktiv zur Entlastung der Kanalisation und damit zum Hochwasserschutz beiträgt. Zusammen mit den Pflanzen bilden sie vielfältige Lebens- und Erholungsräume und sorgen für ein ausgeglichenes Lokalklima. Diese wichtigen Bodenfunktionen sind aber zunehmend gefährdet.

Die Böden im Siedlungsgebiet sind oft durch die langjährige Nutzung mit Schadstoffen belastet: Durch schädliche Einträge aus der Luft, aber auch durch den Einsatz von Hilfsstoffen wie Asche, Mineraldünger und PSM, gelangen unerwünschte Stoffe in die Böden und reichern sich dort an. Dazu kommt ein unsachgemässer Umgang mit Pflanzenschutzmitteln und Düngern durch Private. Heute gehören Gärten und Grünanlagen zu den am stärksten mit Schadstoffen belasteten Böden in der Schweiz⁵⁰ (> SS4).

Böden im Siedlungsgebiet häufig stark mit Schadstoffen belastet

Viele unversiegelte Böden im Siedlungsgebiet sind anthropogen geformt. Sie bestehen aus einer Mischung von umgelagerten natürlichen und anthropo-

⁴⁹ Merkblatt der Kantone AG, AI, BE, BL, BS, FR, GR, JU, LU, SG, SO, TG, VD, ZG, ZH und des Fürstentums Liechtenstein (2004): Freizeitveranstaltungen auf der Grünen Wiese. Merkblatt. 6. S.

⁵⁰ BAFU (2017): Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung. Stand 2017. URL: www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/publikationen-studien/publikationen/boden-in-der-schweiz.html

genen Substraten. Oft sind sie schlecht angelegt, stark verdichtet, weisen zu wenig organische Substanz und eine zu geringe Mächtigkeit auf (→ SB1 siehe Kapitel 5.4).

Für die Zulassung und Verwendung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln gibt es in der Schweiz eine Vielzahl von Vorschriften. Namentlich enthalten die Pflanzenschutzmittelverordnung vom 12. Mai 2010 (PSMV; SR 916.161), die Chemikalienverordnung vom 5. Juni 2015 (ChemV; SR 813.11) und die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung vom 18. Mai 2005 (ChemRRV; SR 814.81) relevante Regelungen. Die Vorschriften sind jedoch stark fragmentiert und teilweise unübersichtlich. Dies führt sowohl für die Anwender als auch im Vollzug zu Problemen (→ SS2). Im September 2017 hat der Bundesrat den Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (Aktionsplan PSM) verabschiedet. Einschränkungen für die Abgabe von PSM an Privatanwender sind darin als Massnahmen integriert (→ SS1).

**Vorschriften stark
fragmentiert und
unübersichtlich**

Regelmässig vom Bund und Kantonen gemeinsam durchgeführte Marktkontrollen⁵¹ zeigen in vielen Fällen Mängel bei Etikette, Sicherheitsdatenblatt oder Kennzeichnung der Pflanzenschutzmittel auf. Dies weist darauf hin, dass die aktuellen Vorschriften in der Praxis noch besser umgesetzt werden müssen (→ SS3).

Ziele

ZS1: Neue (anthropogene) Böden in der Siedlung werden so angelegt, dass sie die ökologischen Bodenfunktionen erbringen können⁵².

ZS2: Keine dauerhafte Beeinträchtigung der Bodenfunktionen durch organische und anorganische Schadstoffe in Siedlungsböden.

ZS3: Wiederherstellung der Bodenfunktionen von physikalisch und durch Schadstoffe belasteten, unversiegelten Böden innerhalb der Siedlung.

Strategische Stossrichtungen

SS1: Kontrolle der Wirkung des Aktionsplans PSM.

SS2 Förderung der Kommunikations- und Bildungsmassnahmen für private und öffentliche Anwender über Verbote und die korrekte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern.

SS3: Überprüfung und allenfalls risikobasierte Verstärkung der vom Bund und Kantonen durchgeführten Marktkontrollen.

SS4: Überprüfung der Rahmenbedingungen für die Wiederherstellung der Bodenfunktionen von Böden in der Siedlung (Plangrundlagen, Anreize etc.).

51 www.anmeldestelle.admin.ch/chem/de/home/themen/recht-wegleitungen/marktkontrolle.html

52 Stossrichtungen siehe Kapitel 5.4.

5.7 Umgang mit belasteten Böden

Böden können mit Schadstoffen aus verschiedenen Quellen belastet sein. Die Beurteilung und der Umgang mit solchen Belastungen erfolgt heute – je nach deren Herkunft – aufgrund unterschiedlicher rechtlicher Grundlagen.

Heutige Regelungen für den Umgang mit belasteten Böden führen zu Vollzugsproblemen

Handelt es sich um Belastungen aus der Ablagerung von Abfällen, mit einer beschränkten Ausdehnung (Deponien, Betriebs- oder Unfallstandorte), erfolgt die Beurteilung nach den Vorgaben der Altlasten-Verordnung vom 26. August 1998 (AltIV; SR 814.680): Wird der Konzentrationswert überschritten, ergibt sich eine Sanierungspflicht. Die Kosten für eine Sanierung tragen gemäss USG die Verursacher. Falls die Verursacher unbekannt oder zahlungsunfähig sind, können gemäss Verordnung vom 26. September 2008 über die Abgabe zur Sanierung von Altlasten (VASA; SR 814.681) Abgeltungen für die Sanierung beantragt werden.

Stammen die Belastungen hingegen aus diffusen Quellen, kommt nicht die AltIV, sondern die VBBo zur Anwendung. Je nach Nutzungsart und Höhe der Belastung sieht diese Verordnung unterschiedliche Massnahmen vor. Im Siedlungsgebiet werden statt Sanierungen nur Nutzungseinschränkungen vorgenommen. Sind ausserhalb des Siedlungsgebietes⁵³ Sanierungen nötig, können diese nicht durch den VASA Altlasten-Fonds mitfinanziert werden.

Je nach Herkunft besteht also bei demselben Mass einer Schadstoffbelastung entweder eine Sanierungspflicht oder es muss nur die Nutzung des Bodens untersagt oder eingeschränkt werden. Dies ist sachlich nicht begründbar und führt im Vollzug zu Unklarheiten. Zurzeit erarbeitet das BAFU zusammen mit den Kantonen Vorschläge für eine Harmonisierung von AltIV und VBBo. Da die Anpassungen voraussichtlich auch eine Änderung des USG erfordern werden, ist nicht vor 2022 mit einem Abschluss der Arbeiten zu rechnen (> SU1).

Ziel

ZU1: Überprüfung der Massnahmen und Finanzierungsmöglichkeiten für die Sanierung und Nutzungseinschränkung von belasteten Böden und von Altlasten mit dem Ziel einer möglichen Harmonisierung.

Strategische Stossrichtung

SU1: Allfällige Anpassung von Rechtstexten gemäss der Empfehlungen der laufenden Evaluation.

⁵³ Bei raumplanerisch festgelegter gartenbaulicher, land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung (Art. 10 Abs. 2 VBBo).

5.8 Internationales Engagement

Der Boden ist eine beschränkte Ressource, die «Landnutzung» stellt dementsprechend eine der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten dar⁵⁴. Weltweit trägt die nicht nachhaltige Bodennutzung (Abholzung, Ausbau der Siedlungsgebiete wegen Bevölkerungszunahme, Landnutzungsänderungen etc.) zur Bodendegradation bei. Alleine durch Erosion gehen weltweit jedes Jahr mehr als 24 Mia. t fruchtbarer Boden verloren.

Fruchtbare Böden sind weltweit eine knappe Ressource

Nicht nur ein grosser Teil der in der Schweiz konsumierten Nahrungs- und Futtermittel, sondern auch andere Konsumgüter stammen aus einer Produktion auf ausländischem Boden. Die Menge an fruchtbaren Böden ist weltweit begrenzt: Landwirtschaftlich nutzbarer Boden bedeckt nur gerade 12 % der Erdoberfläche. Zudem hat die Nutzung der Böden im Ausland auch indirekte Wirkungen auf die Schweiz (z. B. Auswirkungen der Bodennutzung auf das Klima). Aus diesen Gründen liegt die Erhaltung, Verbesserung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung des Bodens auf globaler Ebene im Interesse der Schweiz.

Megatrends, wie Klimawandel, Bevölkerungswachstum, neue Ernährungsgewohnheiten und zunehmender Anbau von Bioenergie, führen zu einer weiteren Intensivierung der Bodennutzung und somit zu einem Verlust an Bodenbiodiversität und zu einer fortschreitenden weltweiten Bodendegradation.

Megatrends führen zu einer Intensivierung der weltweiten Bodennutzung

Die Bekämpfung von Landdegradation und die Förderung von nachhaltiger Bodenbewirtschaftung werden auch durch die bilaterale Schweizer Entwicklungszusammenarbeit gezielt unterstützt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist auch der gerechte Zugang zu Boden. Weiter unterstützt die Schweiz diverse internationale Initiativen, die das Ziel der nachhaltigen Bodennutzung verfolgen: als Mitglied der UN-Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung (UNCCD), durch finanzielle Beiträge und Sachleistungen an die «Global Soil Partnership» der FAO, als Mitglied der Europäischen Umweltagentur und Teil eines ihr angegliederten Expertennetzwerks zum Erfahrungsaustausch der Europäischen Bodenschutz-Vollzugsbehörden (EIONET). Die UNCCD verfolgt explizit die nachhaltige Bodennutzung und die Landdegradations-Neutralität als zentrale Elemente, doch fokussiert sie insbesondere auf die ariden, semi-ariden und trockenen subhumiden Zonen. Länder, die sich nicht in diesen Zonen befinden, sind jedoch eingeladen, sich auch auf internationaler Ebene für die Zielsetzung der Landdegradations-Neutralität zu engagieren. Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung hat im Ziel 15 den Schutz, die Wiederherstellung und den nachhaltigen Umgang mit Boden und Land verankert⁵⁵ und legt im Unterziel 15.3 einen Fokus auf Bodenschutz und Landdegradations-

Die Schweiz engagiert sich international

⁵⁴ Steffen W. et al. (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science 13 February 2015, Vol 347, Issue 6223.

⁵⁵ Namentlich in den Unterzielen 2.4, 3.9, 12.4, 14.1 und 15.3. (vgl. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>)

Neutralität. Auch die Schweiz hat sich verpflichtet, zur Erreichung der Ziele beizutragen.

Ein konkretes Instrument, das den Schutz der Böden und deren Multifunktionalität in sämtlichen Zonen der Welt zum Inhalt hat, gibt es bis heute aber nicht. In anderen existierenden Instrumenten (z. B. Biodiversitätskonvention UNCBD und Klimakonvention UNFCCC) wird der Bodenschutz nicht ausreichend berücksichtigt (> SI1).

**Kein Instrument
zum weltweiten
Schutz der Böden
vorhanden**

Damit die Veränderung des Bodenzustands und die Wirksamkeit von Massnahmen zum Schutz der Böden auch auf internationaler Ebene überwacht werden können, sind einheitliche Methoden für die Erhebung von Bodeninformationen und multilateral harmonisierte Formate für den internationalen Datenaustausch nötig (> SI1).

Ziel:

ZI1: Die Schweiz setzt sich auf internationaler Ebene für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung von Boden ein.

Strategische Stossrichtung

SI1: Verstärkte Integration des Themas Boden und Bodenschutz in internationalen Instrumenten. Engagement in internationalen Gremien zur Verbesserung der Methoden für die Überwachung von Veränderungen des Bodenzustandes und der Wirksamkeit von Massnahmen.

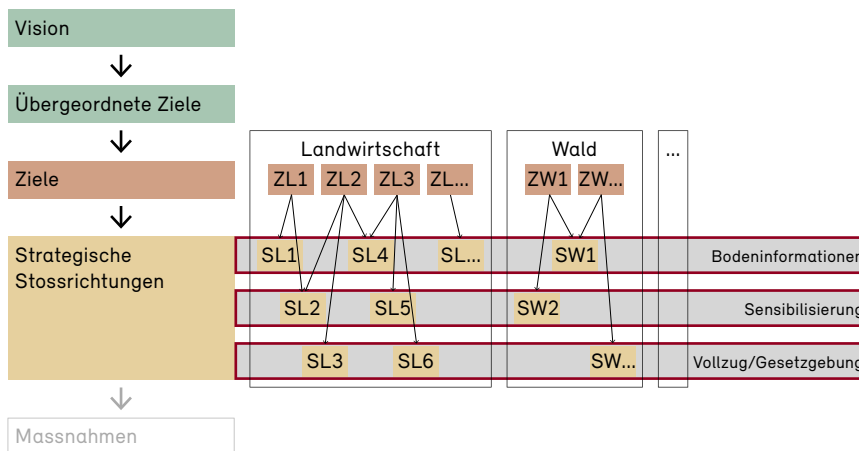
6 Handlungsfelder

Die im vorliegenden Dokument erarbeiteten strategischen Stossrichtungen lassen insbesondere in den Handlungsfeldern *Bodeninformationen*, *Sensibilisierung* sowie *Vollzug und Gesetzgebung* Handlungsbedarf erkennen. Im folgenden Kapitel werden diese drei Handlungsfelder beschrieben und die nächsten Schritte zur Umsetzung der strategischen Stossrichtungen skizziert.

Abb. 5

Im Kapitel 6 werden die strategischen Stossrichtungen im Sinn einer Synthese zusammengefasst und die nächsten Schritte zur Umsetzung in den drei Handlungsfeldern *Bodeninformationen*, *Sensibilisierung* sowie *Vollzug und Gesetzgebung* skizziert

Die Ziele der verschiedenen Bereiche sind entsprechend bezeichnet (ZL1: erstes Ziel im Bereich Landwirtschaft, ZL2: zweites Ziel im Bereich Landwirtschaft, etc.). Die von den Zielen abgeleiteten, strategischen Stossrichtungen sind nach einer analogen Nomenklatur bezeichnet (SL1, SL2, SL3, etc.). Die rot umrandeten grauen Balken zeigen die drei Handlungsfelder.



6.1 Bodeninformationen

Eine Vielzahl der strategischen Stossrichtungen, die zur Erreichung der Ziele definiert wurden, lassen sich dem Handlungsfeld *Bodeninformationen* zuordnen. Dies ist insofern nicht erstaunlich, als fehlende Bodeninformationen als eine der zentralen, übergeordneten Herausforderungen identifiziert wurde (vgl. Kap. 3.6).

Um die in Kapitel 5 identifizierten Ziele zu erreichen, werden einheitliche, zuverlässige und flächendeckende Informationen zum Zustand und der Empfindlichkeit der Böden benötigt. Erst die Kenntnis der lokal oft stark unterschiedlichen Bodeneigenschaften in einer ausreichenden Auflösung ermöglicht es, faktenbasierte Entscheidungen in Übereinstimmung mit den definierten Zielen zu treffen. Wie im Kapitel 3.6 bereits festgestellt wurde, sind die verfügbaren

Bodeninformationen sind als wesentliche Entscheidungsgrundlagen zu erheben und zur Verfügung zu stellen

Bodendaten in der Schweiz teilweise veraltet oder nur punktuell vorhanden und somit als wichtige Grundlagen für Nutzungsentscheide heute weitgehend nicht verwendbar. Flächendeckende Bodeninformationen, beispielsweise in Form von Bodenkarten, sind aber Voraussetzung für bessere Entscheidungsprozesse im Sinn eines nachhaltigen und integralen Ressourcenmanagements. Es ist deshalb prioritär, die Arbeiten zum Schliessen der entsprechenden Lücken anzugehen.

Während die ersten Bodenkartierungen in der Schweiz primär zum Ziel hatten, die Eignung der Böden für die landwirtschaftliche Produktion zu bewerten, sind für die Umsetzung der im vorliegenden Dokument definierten strategischen Stossrichtungen zusätzliche Bodeninformationen erforderlich, wie sie durch aktuelle Bodenkartierungen bereits erhoben werden (z. B. in den Kantonen SO, BL, LU).

Die Erhebungs- und Analysemethoden müssen weiterentwickelt und harmonisiert werden

Die notwendigen Erhebungs- und Analysemethoden für Bodeneigenschaften sowie Pedotransfer-Funktionen zur Abschätzung der Bodenfunktionen müssen teilweise noch entwickelt bzw. auf die Schweizer Böden kalibriert werden. Es ist zu prüfen, inwiefern ergänzende Methoden, wie Remote Sensing, GIS-Modellierung und Geostatistik hierfür einen Beitrag leisten können. Weiter ist zu bedenken, dass die Methoden aufgrund neuer Technologien kontinuierlich adaptiert werden. Methodische Standards und Referenzwerte müssen zudem langfristig gesichert werden, um die Vergleichbarkeit von Messungen über lange Zeiträume sicherzustellen.

Sowohl die Erhebung und Auswertung von Bodendaten als auch die Bewertung von Bodenbedrohungen und Bodenfunktionen sollten nach standardisierten Methoden erfolgen, damit die Ergebnisse auch über die Kantonsgrenzen hinweg vergleichbar sind. Seit Aufhebung des nationalen Kartierungsdienstes im Jahre 1996 gibt es keine nationale Institution mehr, die einheitliche Arbeitsgrundlagen pflegt, weiter entwickelt und Bund und Kantone für den Vollzug zur Verfügung stellt. In der Folge fehlen heute aktualisierte und harmonisierte nationale Grundlagen und Methoden für die Beurteilung von Böden, was den Vollzug und die nachhaltige Nutzung erschwert.

Nebst der vermehrten Verwendung von Bodeninformationen als Entscheidungsgrundlage und der Weiterentwicklung der Erhebungs- und Analysemethoden ist ein verstärktes Bodenmonitoring eine zentrale Stossrichtung. Auf nationaler Ebene betreibt die NABO ein Monitoring von 100 Standorten, an denen nebst chemischen auch physikalische und biologische Bodenbelastungen überwacht werden. Einige Kantone betreiben zusätzliche Monitoringprogramme (KABO, Interkantonale Wald-Dauerbeobachtung). Daneben beobachtet die WSL in der Langfristigen Waldökosystem-Forschung (LWF) die Entwicklung von 8 ausgesuchten Waldökosystemen unter dem Einfluss anthropogener Einwirkungen über Jahrzehnte. Die Bodenanalysen im Kontext des ökologischen Leistungsnachweises der Landwirtschaft werden gegen-

Verstärkung des Bodenmonitorings

wärtig nicht weitergehend ausgewertet und werden nicht für ein Bodenmonitoring genutzt.

Die bestehenden Monitoringprogramme genügen nicht, um die anvisierten Ziele zu erreichen. Es ist deshalb zentral, für die relevanten Fragestellungen das Monitoring zu verstärken.

Bodeninformationen werden von privaten und öffentlichen Akteuren für unterschiedliche Zwecke erhoben. Für die Verwaltung dieser Bodendaten kommen in der Schweiz bisher weder ein einheitliches Datenmodell noch eine koordinierte gemeinsame Datenablage zum Einsatz. Eine Ausnahme stellen jene Kantone dar, die ihre Datensätze in NABODAT verwalten. Ohne eine Migration und Harmonisierung von Bodendaten in NABODAT sind die kantonalen Datensätze schwieriger vergleichbar und können häufig nur mit grossem zeitlichem Aufwand zusammengefasst werden⁵⁶. Damit bereits vorliegende, wie auch in Zukunft erhobene Bodendaten einen möglichst grossen Nutzen generieren, müssen sie in harmonisierter Form digital vorliegen und zentral verfügbar sein. Hierfür ist eine enge Zusammenarbeit von Bund und Kantonen nötig. Die derzeit laufenden Arbeiten zur Aufarbeitung älterer Bodendaten sind ein erster Schritt in diese Richtung.

**Zusammenarbeit
von Bund und
Kantonen beim
Datenmanagement
und der Daten-
aufbereitung**

Die im Feld und im Labor erhobenen Bodeninformationen sind sehr fachspezifisch und liefern per se nicht direkt die gewünschten Antworten für Politik, Entscheid- oder Vollzugsbehörden und Bodennutzer/innen. Damit diese Daten zur Erreichung der anvisierten Ziele beitragen können, müssen sie miteinander verknüpft und aufbereitet werden. Viele Fragestellungen oder Vollzugsaufgaben verlangen nach konfektionierten Auswertungen, die heute nicht ohne bedeutenden Aufwand geliefert werden können. Das in Erfüllung der Motion 12.4230 Müller-Altarmatt beschlossene und 2019 etablierte nationale Kompetenzzentrum Boden dient in Zukunft als nationale Servicestelle, welche die benötigten Bodeninformationen für alle Anspruchsgruppen spezifisch aufbereitet und bedarfsgerecht anbietet.

**Nationales
Kompetenz-
zentrum Boden
als Servicestelle**

Die im vorliegenden Dokument festgelegten Ziele und strategischen Stossrichtungen geben bereits konkrete Hinweise, was zur Verbesserung der Situation im Bereich Bodeninformationen in der Schweiz getan werden muss. Von Seiten des BAFU und weiteren Stellen liegen eine Auslegeordnung und eine fachliche Konkretisierung der nötigen Aufgaben im Bereich Bodeninformationen vor.⁵⁷ Das NFP 68 empfiehlt ebenfalls den Aufbau und Betrieb des Kom-

56 Bei NABODAT besteht bereits eine Übersicht über die kantonalen Daten: Rehbein K., Sprecher, Ch. & Keller, A. (2019): «Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz – Ergänzung des Bodenkartierungskataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten», Agroscope, Servicestelle NABODAT, Zürich.

57 vgl. Tobias, S. (2012): Brainstorming Zukunft Bodeninformation Schweiz, Projektabschlussbericht, WSL, BGS.

petenzzentrums⁵⁸ und hat im Rahmen der thematischen Synthese 4 hierfür wichtige Grundlagen erarbeitet⁵⁹.

Schritte zur Umsetzung

Der Bund errichtet zusammen mit den Kantonen das **nationale Kompetenzzentrum Boden**. Im Zuge dieser Arbeiten werden unter Einbezug der Forschungsinstitutionen insbesondere folgende Themenbereiche bearbeitet:

- **Normen und Standards:** Aktualisierung und Weiterentwicklung methodischer Grundlagen für die Erhebung, Klassifikation, Messung und Auswertung von Bodeninformationen.
- **Erhebung von Bodeninformationen:** Konzipierung und Realisierung einer flächendeckenden Bodenkartierung mit aktualisierten Methoden. Priorisierung der Inventur nach Raum, Zeit, Auflösungsgrad und den zu erhebenden Bodeninformationen.
- **Datenmanagement:** Aufbau einer nationalen Plattform für die Bereitstellung harmonisierter Bodeninformationen für Experten und für weitere Nutzerkreise auf der Basis von NABODAT.
- **Auswertung und Interpretation:** Schaffung einer zentralen Servicestelle für die zielgruppenorientierte und fachgerechte Auswertung und Interpretation von Bodeninformationen.

6.2 Sensibilisierung

Eine in Forschung und Praxis häufig geäußerte Herausforderung ist die mangelnde Wahrnehmung der Bedeutung und Empfindlichkeit der Böden sowohl bei den direkten Nutzerinnen und Nutzern (Bewirtschafter/innen, Bauunternehmer/innen, Gemeinden, etc.) als auch in der Wirtschaft und der breiten Öffentlichkeit. Dies zeigt sich nicht zuletzt in den zahlreichen strategischen Stossrichtungen, die Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen zur Sensibilisierung dieser Zielgruppen vorsehen.

Wert und Empfindlichkeit der Böden zu wenig bekannt

Das Konzept der Bodenfunktionen stellt einen Ansatz zur Verfügung, mit dem das Potential der Böden, bestimmte Leistungen für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft zu erbringen, anschaulich beschrieben werden kann.

Der Erarbeitung dieser nationalen Bodenstrategie ist ein erster Schritt in Richtung einer verbesserten Wahrnehmung der Bedeutung und Empfindlichkeit

58 Steiger U., Knüsel P., Rey L. (2018): Die Ressource Boden nachhaltig nutzen. Gesamtsynthese des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68). Hrsg. Leitungsgruppe des nfp 68. Bern.

59 Keller A., Franzen J., Knüsel P., Papritz A., Zurrer M. (2018): Bodeninformations-Plattform Schweiz (BIP-CH). Thematische Synthese TS4 des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68). Bern.

der Böden. Die Erfahrung aus anderen Bereichen, z. B. der Naturgefahrenprävention, zeigt, dass die Informationsvermittlung an alle von der Thematik direkt und indirekt Betroffenen am besten gesamtheitlich geplant und umgesetzt wird. Dabei können sich zielgruppenspezifische Kommunikations- und Bildungsprogramme und die anderen Massnahmen (z. B. Verstärkung des Vollzugs) gegenseitig ergänzen. Damit solche Programme eine nachhaltige Wirkung erzielen, sollte vorgängig geklärt werden, welche konkreten Faktoren das wirtschaftliche und gesellschaftlich erwünschte Verhalten hemmen, damit diese Hemmnisse zielgerichtet abgebaut werden können. Die moderne Verhaltensforschung liefert dazu die nötigen Werkzeuge. Wird dies nicht gemacht, ist die Gefahr gross, dass die Sensibilisierungsmassnahmen wenig Wirkung erzeugen.

Schritte zur Umsetzung

Entwicklung eines Programms für die Sensibilisierung von Zielgruppen, deren Aktionen und Entscheide besonders grossen Einfluss auf die Bodenfunktionen haben. Dieses Programm soll insbesondere folgende Themen behandeln:

- Identifikation der Faktoren, die bodenschonendes Verhalten hemmen
- Identifikation und Priorisierung der Zielgruppen
- Entwicklung zielgruppenspezifischer Sensibilisierungsmassnahmen
- Erarbeitung eines Konzeptes zur Massnahmenevaluation

6.3 Vollzug und Gesetzgebung

In vielen Fällen wurde ersichtlich, dass die rechtlichen Vorgaben zwar zweckmässig sind, jedoch ungenügend vollzogen werden. Handlungsbedarf besteht insbesondere bei Bauvorhaben innerhalb und ausserhalb von Bauzonen, bei der Bewilligungspraxis und der Kontrolle von Terrainveränderungen, bei der Umsetzung der Massnahmen zur Ammoniakreduktion in der Landwirtschaft sowie von Veranstaltungen auf der «grünen Wiese». Hauptursachen für Mängel im Vollzug sind meist fehlende, insbesondere politische Akzeptanz der Regelungen und – oft als Folge daraus – mangelnde Ressourcen bei den Vollzugsbehörden. Neben fundierten Fakten und Sensibilisierung der Akteure ist für die Akzeptanzgewinnung auch ein für alle Beteiligten verständliches, auf die unterschiedlichen Ansprüche abgestimmtes Regelwerk mit klaren Kompetenzzuweisungen wichtig. Fehlende Ressourcen können insbesondere durch gemeinsame Anstrengungen, Erfahrungsaustausch oder effiziente Vollzugsinstrumente, wie z. B. die risikobasierte Kontrolle, ausgeglichen werden. Gerade die Priorisierung im Vollzug schafft andererseits auch wieder Akzeptanz. Angesichts der unterschiedlichen Interessen an der Ressource Boden wird es unerlässlich sein, dass die für Boden zuständigen Behörden aus Umwelt, Landwirtschaft und Raumplanung sich regelmässig austauschen und auf-

**Handlungsbedarf
bei der Verstärkung
des Vollzuges**

einander abstimmen. Hierzu können geeignete Netzwerke aufgebaut und innovative Instrumente wie Benchmarking oder Peer-Review eingesetzt werden, wie es im Rahmen des Prozesses Stärkung von Vollzug und Aufsicht vorgesehen ist.

Von den insgesamt 44 Stossrichtungen sehen 17 die Überprüfung bestehender Vorschriften oder die Entwicklung neuer Hilfsmittel oder Instrumente vor. Handlungsbedarf bezüglich Gesetzgebung besteht vor allem im Bereich Landwirtschaft (knapp die Hälfte der Stossrichtungen Landwirtschaft) und Raumplanung (ein Drittel der Stossrichtungen Raumplanung), wobei die Regelungen fast ausschliesslich umweltspezifische Verbesserungen zum Ziel haben. Daneben sollen auch in den Bereichen «Veranstaltungen auf der grünen Wiese», «Umgang mit belasteten Böden» und «Nutzung von Böden in der Siedlung» Vorschriften überprüft bzw. angepasst werden. Die im Kapitel 5 erwähnten Vorschriften in den einzelnen Bereichen sind auf Überschneidungen, Widersprüche und Zielkonflikte zu durchleuchten. Danach sind Verbesserungsvorschläge auszuarbeiten. Angestrebt werden muss ein kohärentes, auf die übergeordneten Ziele und die Bodenfunktionen ausgerichtetes, vollzugstaugliches Regelwerk für den Boden, mit dem man auf neue Herausforderungen flexibel reagieren kann.

**Handlungsbedarf
bezüglich Gesetz-
gebung**

Schritte zur Umsetzung

Die für die Bodenthematik zuständigen Stellen bei Bund und Kantonen erarbeiten gemeinsam Programme zur Verstärkung des Vollzugs in den in Kapitel 5 identifizierten Themenfeldern und setzen regelmässig Prioritäten zur Umsetzung aufgrund des erreichten Vollzugsstands.

Die für die Bodenthematik zuständigen Stellen bei Bund und Kantonen

- überprüfen die entsprechenden Vorschriften gemäss den Stossrichtungen in Kapitel 5,
- durchleuchten die bestehenden Regelungen auf Überschneidungen, Widersprüche sowie Zielkonflikte und machen Vorschläge zu deren Behebung,
- entwickeln gemeinsam vollzugstaugliche Gesetzes- und Verordnungsänderungen für ein kohärentes, auf die sektorübergreifenden Ziele und die Bodenfunktionen ausgerichtetes Regelwerk für den Boden.

Die für die Bodenthematik zuständigen Stellen bei Bund und Kantonen tauschen sich regelmässig aus und stimmen ihre Aktivitäten aufeinander ab.

Anhang

A1 Bodenbedrohungen

Bodennutzungen haben Auswirkungen auf die Bodeneigenschaften und damit auf die Bodenfunktionen. Einerseits führt die Ausdehnung der Siedlung zu einem fortschreitenden Bodenverbrauch, andererseits haben eine Reihe von Nutzungen spezifische Auswirkungen, die zu einer Beeinträchtigung vor allem der ökologischen Bodenfunktionen führen.

Durch Bodennutzung entstehende Bedrohungen

Versiegelung

Unter Bodenversiegelung versteht man die Überbauung des Bodens, die Befestigung der Bodenoberfläche mit Belägen aus Teer, Beton oder ähnlichen Stoffen sowie jede andere Bedeckung des Bodens mit undurchlässigen Substanzen. Verursacht wird die Bodenversiegelung vorwiegend durch Wohn-, Gewerbe- oder Strassenbautätigkeiten.

Definition

Bei versiegelten Flächen ist der Wasser- und Gasaustausch weitgehend unterbunden. Als Folge davon verlieren solche Böden ihre Funktion als Lebensraum für Pflanzen, Bodentiere und Organismen, aber auch ihr Filter- und Absorptionsvermögen; sie sind biologisch kaum noch aktiv. Eine Wiederherstellung der Bodenfunktionen ist in menschlichen Zeiträumen nicht möglich. Für die Rekultivierung eines versiegelten Bodens wird Bodenmaterial von einem anderen Standort benötigt, was bedeutet, dass der Boden dort seine Funktionsfähigkeiten einbüsst.

Auswirkungen

Bodenversiegelung stellt in der Schweiz den weitaus wichtigsten quantitativen Einfluss auf den Boden dar. Laut Arealstatistik des Bundes sind die Siedlungsflächen von 1985 bis 2009 um fast ein Viertel gewachsen. Der Versiegelungsgrad (Anteil der undurchlässigen Böden, d. h. Gebäude, asphaltierte und betonierte Flächen, an der Siedlungsfläche) beträgt insgesamt etwas mehr als 60%. Die Zunahme der Siedlungsflächen fiel im gleichen Zeitraum grösser aus als das Bevölkerungswachstum. Am stärksten betroffen waren die Agglomerationsgürtel.

Bedeutung für die Schweiz

Die Versiegelung wird spezifisch in folgenden Kapiteln adressiert:

- *Bauzonen* (S. 25)
- *Bauvorhaben ausserhalb der Bauzonen* (S. 27)

Bodenverdichtung

Von Bodenverdichtung spricht man, wenn die luft- und wasserführenden Bodenporen durch das Aufbringen einer Last so stark zusammengedrückt werden, dass eine plastische, permanente Verformung eintritt. Ursache der Bodenverdichtung ist in erster Linie der Einsatz von schweren Maschinen

Definition

(Bearbeitung oder Befahrung) oder unsachgemässer Umgang mit Boden bei zu feuchten Bodenbedingungen.

Bei der Verdichtung werden die Bodenstruktur zerstört und das Porenvolumen des Bodens reduziert, was zu einer Verminderung der Wasserdurchlässigkeit (oberflächlicher Abfluss, Erosion) und damit zu einer schlechteren Bodenlüftung und Beeinträchtigung der biologischen Prozesse im Boden führt. Verdichtete Böden können somit ihre ökologischen Funktionen (Lebensraum-, Regulierungs- und Produktionsfunktion) nur noch beschränkt wahrnehmen. Da infolge der Verdichtung auch das Vermögen der Böden, Wasser zu speichern, vermindert wird, steigt das Erosions- und Hochwasserrisiko. Besonders schädlich sind Verdichtungen des Unterbodens, da diese in der Regel nicht rückgängig gemacht werden können.

Auswirkungen

Es ist anzunehmen, dass Bodenverdichtung ein zunehmendes Problem darstellt, vor allem im Ackerbau, da hier immer grössere, schwerere Maschinen (Vollernter mit grossen Bunkern oder Tanks) eingesetzt werden. Quantitative Angaben zum Ausmass der Bodenverdichtung in der Schweiz liegen derzeit nur sehr punktuell vor. Eine breite Datenbasis fehlt weitgehend.

Bedeutung für die Schweiz

Die Verdichtung wird spezifisch in folgenden Kapiteln adressiert:

- *Bodenverdichtung infolge landwirtschaftlicher Nutzung (S. 29)*
- *Verdichtung von Waldböden (S. 39)*
- *Baustellen und Terrainveränderungen (S. 40)*
- *Veranstaltungen «auf der grünen Wiese» (S. 43)*

Erosion und gravitative Massenbewegungen

Unter dem Begriff Erosion wird der Abtrag von Bodenmaterial durch Wind, ober- und unterirdisch abfliessendes Wasser, Schnee- und Lawinenschurf zusammengefasst. Als gravitative Massenbewegungen gelten hangabwärts gerichtete Verlagerungen von Fest- und Lockergesteinen (Rutschungen, Sturzprozesse, Hangmuren).

Definition

Erosion ist an sich ein natürlicher Prozess, wird aber oft durch die menschliche Bodennutzung (Bearbeitung, Wahl der Kultur, Beweidung, Erdarbeiten) beeinflusst. Insbesondere in Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung ist Erosion nach wie vor ein relevantes Problem. In vielen alpinen Tälern ist aufgrund der Aufgabe oder extensiveren Nutzung der höher gelegenen und dadurch bedingten intensiveren Nutzung der talnahen Grasländer ein Anstieg des Erosionsrisikos in den letzten Jahrzehnten zu beobachten⁶⁰.

Ursachen

⁶⁰ Alewell, C., Egli, M., Meusburger K. (2014): An attempt to estimate tolerable soil erosion rates by matching soil formation with denudation in Alpine grasslands. *Journal of Soils and Sediments*: Volume 15, Issue 6 (2015).

Gravitative Massenbewegungen werden meistens durch starken Regen und das dadurch bedingte Eindringen von Wasser zwischen vorher gebundene Bodenschichten ausgelöst. Zunehmend sind auch Ereignisse infolge des auftauenden Permafrostes zu erwarten.

Bodenverluste durch nutzungsbedingte Erosion vermindern die Bodenfruchtbarkeit, da der humose Oberbodenhorizont zuerst beeinträchtigt wird. Bodenerosion schädigt aber nicht nur den Boden: Mit der Bodenerosion abgetragene Nährstoffe und Pflanzenbehandlungsmittel belasten die Gewässer und beeinträchtigen eventuell benachbarte Schutzgebiete.

Auswirkungen

Bei Materialverlagerungen infolge gravitativer Massenbewegungen werden sowohl am Ort des Abgleitens als auch am Ort des Ablagerns die meisten Bodenfunktionen für längere Zeit stark gestört.

Die Bodenerosion durch Wind und Wasser ist heute weltweit gesehen eine der bedeutendsten Bodenbelastungen überhaupt. In der Schweiz gefährdet die flächenhafte Bodenerosion rund 20% der offenen Ackerfläche: Der mittlere aktuelle Bodenabtrag auf dem schweizerischen Ackerland beträgt pro Jahr 840 000 Tonnen oder jährlich 2.1 t/ha. Für das alpine Grasland wurden jährliche Durchschnittswerte von 1.2 t/ha und auf stark betroffenen Flächen über 30 t/ha Bodenabtrag gemessen⁶⁰.

Bedeutung für die Schweiz

Die Erosion wird spezifisch in folgenden Kapiteln adressiert:

- *Bodenerosion infolge landwirtschaftlicher Nutzung (S. 31)*

Verlust an organischer Substanz

Die organische Substanz besteht aus lebender Biomasse, d. h. allen im Boden lebenden Organismen inklusive den Pflanzenwurzeln sowie aus den Resten abgestorbener Organismen in ihren unterschiedlichen Zersetzungsstadien. Die organische Bodensubstanz ist ein massgeblicher Bestandteil eines fruchtbaren Bodens, weil sie die Strukturstabilität und Wasserhaltekapazität verbessert und Nährstoffe reversibel speichert. Zudem ist sie zentral für die Puffer-, Abbau- und Filterprozesse im Boden und hilft dabei, das klimarelevante CO₂ im Boden zu binden.

Definition

Wird der Oberboden durch eine intensive Landnutzung stark beansprucht, führt dies oft zu einem Verlust an organischer Bodensubstanz. Dies hat eine Abnahme der Stabilität der Bodenstruktur zur Folge und macht den Boden anfälliger für Verdichtung und Erosion. Durch den Verlust an organischer Bodensubstanz werden auch die biologische Aktivität vermindert und der Bodenwasser- und Nährstoffhaushalt beeinträchtigt.

Auswirkung

Nehmen die Vorräte an organischer Substanz im Boden ab, ist dies mit der Nettofreisetzung von CO₂ und damit einer klimaerwärmenden Wirkung verbunden.

Ergebnisse von Langzeitbeobachtungen der NABO (1985–2009) zeigen, dass im Oberboden der untersuchten mineralischen Böden kein allgemeiner Trend zu einer Zu- oder Abnahme des Bodenkohlenstoffgehaltes feststellbar ist. Ein anderes Bild zeigt sich auf intensiv genutzten organischen Böden oder in drainierten Mooren. Dort hat der Verlust an organischer Substanz eine grosse Bedeutung, so beträgt die Torfsackung in einigen Äckern im Berner Seeland mehr als 1 cm pro Jahr!⁶¹

Bedeutung für die Schweiz

Der Verlust an organischer Substanz wird spezifisch in folgenden Kapiteln adressiert:

- *Verlust an organischer Bodensubstanz infolge landwirtschaftlicher Nutzung (S. 32)*
- *Baustellen und Terrainveränderungen (S. 40)*

Verlust an Bodenbiodiversität

Unter Bodenbiodiversität wird die Vielfalt des Bodenlebens verstanden, von den Genen zu den Lebensgemeinschaften, und die Vielfalt der Bodenlebensräume, von Mikroaggregaten zu ganzen Landschaften. Die Aktivität der Bodenlebewesen ist für die ökologischen Funktionen des Bodens (Lebensraum-, Regulierungs- und Produktionsfunktion) ausschlaggebend. Bodenbiodiversität ist somit zentral für die Erfüllung dieser Ökosystemleistungen. Ursachen für den Verlust an Bodenbiodiversität sind chemische und physikalische Bodenbelastungen sowie Nutzungsänderungen, insb. Intensivierung der Landwirtschaft und Ausdehnung des Siedlungsgebiets.

Definition

Da die Aktivität der Bodenlebewesen für die Bodenbildung und die ökologischen Bodenfunktionen von zentraler Bedeutung ist, führt ein Verlust an Bodenbiodiversität zwangsläufig zu einer Minderung dieser lebenswichtigen Funktionen des Bodens.

Auswirkung

Wie weit sich die Biodiversität in den landwirtschaftlich genutzten Böden der Schweiz in den letzten Jahrzehnten verändert hat, ist nicht bekannt. Verschiedene ausländische Studien haben aber gezeigt, dass intensive landwirtschaftliche Nutzung – namentlich im Ackerbau – die Bodenbiodiversität verringert (vgl. Kap. 5.2.5). Im Wald ist bekannt, dass aufgrund der Stickstoff-Einträge vielerorts das Mykorrhiza-Spektrum von Waldbäumen eingeschränkt ist, mit Folgen für die Nährstoffaufnahme.

Bedeutung für die Schweiz

- *Verlust an Bodenbiodiversität infolge landwirtschaftlicher Nutzung (S. 36)*
- *Eutrophierung und Versauerung von Waldböden (S. 38)*

Kontamination

Bodenkontamination ist der lokale oder diffuse Eintrag von Schadstoffen in den Boden. Über verschmutzte Luft, Niederschläge und Ablagerung von Stäu-

Definition

⁶¹ Krebs, R. et al. (2011): Jahresbericht des Amtes für Wasser und Abfall des Kantons Bern 2011

ben, über Mineral- und Hofdünger, die Verwertung und illegale Entsorgung von Abfällen, Pflanzenschutzmittel usw. gelangen Schadstoffe auf und in die Böden. Biologische Bodenbelastungen können durch gentechnisch veränderte, krankheitserregende oder standortfremde, meist eingeschleppte Lebewesen (Neobiota) entstehen.

Ein Teil der Schadstoffe wird im Boden zurückgehalten und reichert sich dort über Jahrzehnte an. Schadstoffe gelangen auch via Boden ins Wasser, in die Luft oder über Pflanzen in die Nahrungskette. Schadstoffe im Boden können das Bodenleben und damit die ökologischen Funktionen des Bodens schädigen.

Auswirkung

Kontamination infolge von Schadstoffeintrag ist eine der prioritären Bedrohungen des Bodens. Völlig unbelastete Böden gibt es in der Schweiz nicht mehr.

Bedeutung für die Schweiz

Die Kontamination wird spezifisch in folgenden Kapiteln adressiert:

- *Schadstoffeintrag durch die Landwirtschaft (S. 34)*
- *Nutzung von Böden in der Siedlung (S. 44)*

Versauerung/Eutrophierung

Bodenversauerung ist ein Prozess, bei dem die Konzentration von Protonen im Bodenwasser zunimmt, wodurch Kationen (Nährstoffkationen K, Ca, Mg und bei pH < 4,5 zunehmend Al und Mn) mobilisiert und zusammen mit den eingetragenen Anionen SO_4^{2-} und NO_3^- ausgewaschen werden.

Definition

Es gibt verschiedene Ursachen, die zur Bodenversauerung führen. Bei der Verbrennung schwefelhaltiger fossiler Brennstoffe wie Kohle oder Öl, entstehen Schwefelverbindungen. Stickoxide (NO_x) entstehen bei Verbrennungsprozessen (Automotoren) aus dem elementaren Stickstoff der Luft und Ammoniak (NH_3) entsteht vorwiegend in der Viehwirtschaft.

Es gibt aber auch natürliche Versauerungsprozesse, z. B. in Sedimenten, welche in den letzten Eiszeiten nicht mehr mit frischem Moränenmaterial überlagert wurden. Die sehr lange anhaltende Bodenentwicklung und die damit verbundenen, natürlichen Versauerungsprozesse haben zu sehr sauren Böden geführt (z. B. Deckenschotter auf dem Irchelplateau). Eine Beurteilung des Ausmasses der Bodenversauerung muss immer eine Abwägung und Gewichtung der verschiedenen Ursachen sein.

Unter Eutrophierung wird das Überangebot an Nährstoffen im Boden oder in Gewässern verstanden.

Die Bodenversauerung kann bei grösserem Ausmass sowohl auf Bodenorganismen als auch auf Pflanzen schädlich wirken. Durch die Versauerung können die ökologischen Bodenfunktionen beeinträchtigt werden, da die Pufferfähigkeit des Bodens abnimmt.

Auswirkung

Ein Überangebot an Stickstoff führt dazu, dass empfindliche Arten durch nährstoffliebende Arten verdrängt werden und die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften eingeengt wird. So leiden in der Schweiz 95 % der Wälder, 100 % der Hochmoore, 84 % der Flachmoore und 42 % der Trockenwiesen und -weiden unter zu hohen Einträgen aus der Luft⁶². Hingegen sind ackerbaulich genutzte Flächen und Pflanzen von der Eutrophierung durch Stickstoffeinträge aus der Luft nicht beeinträchtigt.

In der Schweiz sind heute vor allem Stickstoffeinträge das Problem. Jährlich werden durchschnittlich 23 kg/ha in Wälder eingetragen, was das 5-10fache der natürlichen Einträge ist. Die Stickstoffeinträge stammen zu knapp zwei Dritteln aus der Landwirtschaft, hauptsächlich in Form von Ammoniak (NH₃) aus der Nutztierhaltung. Den Rest bilden Stickoxide (NO_x) aus Feuerungen und Automotoren.

Bedeutung für die Schweiz

Die Versauerung/Eutrophierung wird spezifisch in folgendem Handlungsfeld adressiert:

- *Eutrophierung und Versauerung von Waldböden (S. 38)*

Versalzung

Unter Versalzung versteht man die Anreicherung von wasserlöslichen Salzen im Boden.

Definition

Die Versalzung ist grundsätzlich nur dann ein Problem, wenn die Wasserbilanz über das ganze Jahr gesehen (inkl. Winter) negativ ist. Normalerweise ist Versalzung deshalb nur unter ariden Klimaverhältnissen oder an Meeresküsten des humiden Klimas zu beobachten. In der Schweiz können in Einzelfällen Düngung, Bewässerung oder Streusalzeinsatz zu einer künstlichen Versalzung führen.

Bedeutung für die Schweiz

Überschwemmungen

Bei Überschwemmungen werden normalerweise trockenliegende Bodenflächen vorübergehend vollständig von Wasser bedeckt, meistens infolge von über die Ufer tretenden Gewässern (Hochwasser).

Definition

Gezielt geschaffene Wasserrückhalteflächen für den Hochwasserschutz sowie Renaturierungen von Gewässern sind die wichtigsten zu Überschwemmungen führenden Bodennutzungen. Dabei wird aber die Regulierungsfunktion des Bodens genutzt, d. h. die Speicherwirkung des Bodens. Diese wird durch die Nutzung als Retentionsfläche nicht beeinträchtigt, sofern keine Erosion auftritt.

Auswirkung

62 Fischer M. et al. (2015): Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Hrsg.: Forum Biodiversität Schweiz et al., Bern.

Wieweit der Boden und dessen Funktionen durch Überschwemmungen beeinträchtigt werden, hängt davon ab, wie lange das Wasser auf der überschwemmten Fläche liegen bleibt und welche Art und Menge an Material durch die Flut auf dem Boden deponiert wird. Längerer Sauerstoffmangel infolge Überflutung kann das Bodenleben erheblich beeinträchtigen.

Die Schweiz ist regelmässig von Hochwasserereignissen betroffen. Bei Extremereignissen können grosse Flächen betroffen sein (siehe Gefahren- und Gefahrenhinweiskarten).

Bedeutung für die Schweiz

A2 Glossar der Schlüsselbegriffe

Bauzone

Der Begriff Bauzone ist im Raumplanungsgesetz (Art 15 RPG) geregelt. Es handelt sich dabei um eine grundeigentümergebundene Zone, die dem Bauen dient und dem Bedarf von 15 Jahren entsprechen muss.

Boden

Boden ist die äusserste Schicht der Erdkruste, die durch Lebewesen geprägt wird. Im Boden findet ein reger Austausch von Stoffen und Energie zwischen Luft, Wasser und Gestein statt. Als Teil des Ökosystems nimmt der Boden eine Schlüsselstellung in lokalen und globalen Stoffkreisläufen ein.⁶³

Bodenaufwertung

Als Bodenaufwertung werden im vorliegenden Text alle Massnahmen zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit (Erhöhung der Produktionsfunktion) eines Bodens verstanden. In vielen Fällen wird dazu andernorts abgetragener Boden auf den vorhandenen Boden aufgebracht und/oder eingearbeitet.

Bodenfruchtbarkeit

Der Begriff «Bodenfruchtbarkeit» wurde im USG eingeführt und in der VBBo konkretisiert, nach welcher Boden als fruchtbar gilt, wenn:

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

⁶³ Bodendefinition der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz.

Laut Kommentar zum Umweltschutzgesetz⁶⁴ basiert der Begriff der Bodenfruchtbarkeit «auf den ökologischen Funktionen des Bodens».

Bodenfunktionen

Bodenfunktionen bezeichnen die *Fähigkeit des Bodens, Leistungen für Mensch und Umwelt zu erbringen*. Sie ergeben sich direkt aus den Bodeneigenschaften und den Prozessen, die im Boden ablaufen. Bodenfunktionen stellen somit *ein Potenzial* dar, das existiert, unabhängig, ob die Leistungen tatsächlich genutzt werden. Dies wird am Beispiel von Grundwasser deutlich: Insgesamt wird in den Schweizer Böden viel mehr Grundwasser zu Trinkwasserqualität gereinigt, als dass Trinkwasser konsumiert wird.

Die allermeisten Böden sind multifunktional, das heisst, ihre Eigenschaften befähigen sie, gleichzeitig mehrere Funktionen zu erfüllen. Derselbe Boden kann beispielsweise Lebensraum für Tiere und Pflanzen sein (Lebensraumfunktion), Stoffe umwandeln und Wasser speichern (Regulierungsfunktion) und dabei Biomasse produzieren (Produktionsfunktion) und in seiner Schichtung Informationen zur Kulturgeschichte und zu vergangenen Klimaperioden speichern (Archivfunktion). Der Grad der Erfüllung der einzelnen Funktionen kann von Standort zu Standort variieren.

Die Bodenstrategie unterscheidet zwischen «ökologischen» Bodenfunktionen (Lebensraum-, Produktions- und Regulierungsfunktion) und sozio-ökonomischen Funktionen des Bodens (Träger-, Rohstoff- und Archivfunktion).

Bodenschutz, quantitativer und qualitativer

Der *quantitative Bodenschutz* zielt auf die langfristige Erhaltung offener Bodenflächen. Er fällt im Wesentlichen in den Aufgabenbereich der Raumplanung, welche für eine haushälterische Nutzung des Bodens verantwortlich ist.

Der *qualitative Bodenschutz* bezweckt die langfristige Erhaltung der Bodenfunktionen, resp. der Bodenfruchtbarkeit. Dieses Ziel fällt hauptsächlich in den Wirkungskreis des Umweltschutzes, der mit seinen Massnahmen den Boden vor chemischer, physikalischer oder biologischer Belastung schützt.

Die in der Bodenstrategie geforderte *Verknüpfung von quantitativem und qualitativen Bodenschutz* erfolgt über eine differenzierte Berücksichtigung der Bodenfunktionen als Ausdruck der Bodenqualität in der Raumplanung. Dabei sind Böden mit einem hohen Erfüllungsgrad von mehreren Funktionen (multifunktionale Böden) höher zu gewichten und damit mit einer höheren Priorität vor Versiegelung zu bewahren, als solche, die nur wenige Funktionen erfüllen.

⁶⁴ Tschannen, P. (1999): Kommentar zum Umweltschutzgesetz; Erläuterungen zum Bodenschutz. Hrsg.: Vereinigung für Umweltrecht (VUR) und Helen Keller. Zürich 1999.

Bodenverbrauch

Als *Bodenverbrauch im engeren Sinn* wird die Zerstörung des Bodens durch Versiegelung oder Bodenabtrag verstanden. Damit verliert der Boden sämtliche ökologische Funktionen. Unter *Bodenverbrauch im weiteren Sinn* wird der Verlust von Böden zugunsten der Ausdehnung der Siedlungsfläche verstanden.

Bodenversiegelung

Unter Bodenversiegelung versteht man die Überbauung des Bodens, die Befestigung der Bodenoberfläche mit Belägen aus Teer, Beton oder ähnlichen Stoffen sowie jede andere Bedeckung des Bodens mit undurchlässigen Substanzen. Bei versiegelten Flächen ist der Wasser- und Gasaustausch weitgehend unterbunden. Als Folge davon verlieren solche Böden ihre Funktion als Lebensraum für Pflanzen, Bodentiere und Organismen, aber auch ihr Filter- und Absorptionsvermögen; sie sind biologisch kaum noch aktiv.

Degradierte Böden

Als «anthropogen degradierte» Böden sind einerseits alle Böden zu betrachten, deren Bodenaufbau (Schichtabfolge und -mächtigkeit) infolge einer Bautätigkeit – namentlich durch Auftragen von anderswo abgetragenen Boden- oder Aushubmaterial stark verändert worden ist. Demgegenüber stehen Böden, deren Bodenaufbau durch normale ackerbauliche Bewirtschaftung verändert worden ist. Diese Veränderung gilt nicht als anthropogene Degradierung, weil sie nur die oberste Schicht (den A-Horizont) in sich selbst mischt.

Ebenfalls als «anthropogen degradiert» sind gesackte organische Böden zu beurteilen oder Böden, die über den Prüfwerten gemäss VBBo mit Schadstoffen belastet sind oder deren Unterboden irreversibel verdichtet ist.

Fruchtfolgeflächen

Fruchtfolgeflächen (FFF) umfassen definitionsgemäss die ertragsreichsten Landwirtschaftsböden der Schweiz. Sie umfassen das ackerfähige Kulturland, vorab das Ackerland und die Kunstwiesen in Rotation sowie die ackerfähigen Naturwiesen, und werden mit Massnahmen der Raumplanung gesichert (Art. 26 Abs. 1 RPV). Die Fruchtfolgeflächen sind ein Teil des Kulturlands und umfassen rund 444 000 Hektare. Sie liegen grossmehrheitlich im Schweizer Mittelland.

Kulturland

Als Kulturland gelten alle Böden und Flächen, die von der Landwirtschaft bewirtschaftet und genutzt werden. Dazu zählen gemäss Kategorisierung der Arealstatistik (Bundesamt für Statistik, BFS) das Wies- und Ackerland, Weiden, Obstplantagen, Rebberge, Gartenbau sowie die alpwirtschaftlichen Nutzflächen. Damit unterscheidet sich das Kulturland von der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach Landwirtschaftsrecht. Wertvollster Bestandteil der Landwirtschaftsfläche sind die sogenannten Fruchtfolgeflächen, also das beste, ackerfähige Kulturland. Das Kulturland bedeckt gut einen Drittel der gesamten Fläche der Schweiz, insgesamt rund 1 500 000 Hektaren.

Landdegradationsneutralität

Landdegradationsneutralität ist der Zustand, in dem die Menge und Qualität von für die Unterstützung von Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen und Verbesserung der Nahrungsmittelsicherheit notwendigen Landressourcen innerhalb bestimmter zeitlicher und räumlicher Einheiten und Ökosysteme stabil bleiben oder zunehmen.⁶⁵

Netto-Null Bodenverbrauch

Netto-Null Bodenverbrauch ist das Ergebnis, wenn die Bodenfunktionen, die durch Überbauung an einem Ort verloren gehen, durch Bodenauftrag an einem anderen Ort wieder hergestellt, d. h. kompensiert werden. Mit dem Fokus auf die Bodenfunktionen wird der unterschiedlichen Qualität der verschiedenen Böden und nicht nur der Fläche Rechnung getragen.

Ökosystemleistungen

Der Begriff der Ökosystemleistungen wird in der Literatur teilweise noch unterschiedlich definiert. Einige Definitionen setzten Ökosystemleistungen mit dem Nutzen gleich, den Menschen von Ökosystemen erhalten. Demgegenüber wird in der neueren Literatur zwischen den Leistungen und deren Nutzen unterschieden. Ökosystemleistungen sind somit kein Nutzen, vielmehr erbringen sie einen Nutzen. Das Forschungsprogramm «The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)» definiert Ökosystemleistungen als die direkten und indirekten Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen (vgl. auch C. Staub, W. Ott et al. (2011): Indikatoren für Ökosystemleistungen. Bundesamt für Umwelt. Bern).

Siedlungsfläche

Als Siedlungsfläche gelten laut Arealstatistik Industrie- und Gewerbeareale, Gebäudeareale, Verkehrsflächen, besondere Siedlungsflächen sowie die Erholungs- und Grünanlagen. Der Versiegelungsgrad, bestehend aus dem Anteil der Gebäude und befestigten Flächen an den Siedlungsflächen, stand in der letzten Erhebung der Arealstatistik (2004/09)⁶⁶ bei 61,8%. Unversiegelte Böden in der Siedlungsfläche erfüllen wertvolle Funktionen, vor allem in Bezug auf die Biodiversität, den Wasserhaushalt und das lokale Klima.

Siedlungsgebiet

Der Begriff Siedlungsgebiet stützt sich auf den Auftrag der Kantone, die Entwicklung der Siedlung im kantonalen Richtplan festzulegen (Art. 8a RPG). Das Siedlungsgebiet ist ein Inhalt des kantonalen Richtplans, der als kantonale Vorgabe ausweist, in welchem Gebiet sich die Siedlungen in den nächsten 20 bis 30 Jahren entwickeln sollen. Im Gegensatz zur Darstellung der Bauzonengrenze ist die Siedlungsgebietsgrenze «unscharf» dargestellt.

65 Definition der Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators 2016. Übersetzung des Umweltbundesamtes Deutschland.

66 Bundesamt für Statistik, Arealstatistik der Schweiz. BFS-Nummer: gr-d-02.02.04lulc001

Abkürzungsverzeichnis

ARE

Bundesamt für Raumentwicklung

ASTRA

Bundesamt für Strassen

BAFU

Bundesamt für Umwelt

BBB

Bodenkundliche Baubegleitung

BLW

Bundesamt für Landwirtschaft

ChemRRV

Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung vom 18. Mai 2005 (SR 814.81)

ChemV

Chemikalienverordnung vom 5. Juni 2015 (SR 813.11)

DüBV

Düngerbuch-Verordnung WBF vom 16. November 2007 (SR 916.171.1)

DüV

Dünger-Verordnung vom 10. Januar 2001 (SR 916.171)

DZV

Direktzahlungsverordnung vom 23. Oktober 2013 (SR 910.13)

EIONET

European environment information and observation network

FMBV

Futtermittelbuch-Verordnung vom 26. Oktober 2011 (SR 916.307.1)

FMV

Futtermittel-Verordnung vom 26. Oktober 2011 (SR 916.307)

GSchV

Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201)

LRV

Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1)

LwG

Landwirtschaftsgesetz vom 29. April 1998 (SR 910.1)

FAO

Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen

FFF

Fruchtfolgefleichen

IASS

Institute for Advanced Sustainability Studies in Potsdam

NABODAT

Nationales Bodeninformationssystem

NHG

Natur- und Heimatschutzgesetz vom 1. Juli 1966 (SR 451)

öLN

ökologischer Leistungsnachweis

PSM

Pflanzenschutzmittel

PSMV

Pflanzenschutzmittelverordnung vom 12. Mai 2010 (SR 916.161)

RPG

Raumplanungsgesetz vom 22. Juni 1979
(SR 700)

RPV

Raumplanungsverordnung vom 28. Juni 2000
(SR 700.1)

SVV

Strukturverbesserungsverordnung vom
7. Dezember 1998 (SR 913.1)

swisstopo

Bundesamt für Landestopografie

TVA

Technische Verordnung über Abfälle

UNCCD

Übereinkommen der Vereinten Nationen zur
Bekämpfung der Wüstenbildung

USG

Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983
(SR 814.01)

UVP

Umweltverträglichkeitsprüfung

VBBö

Verordnung über Belastungen des Bodens
vom 1. Juli 1998 (SR 814.12)

VVEA

Abfallverordnung vom 4. Dezember 2015
(SR 814.600)

Literaturverzeichnis

- Alewell, C., Egli, M., Meusbürger K. (2014): An attempt to estimate tolerable soil erosion rates by matching soil formation with denudation in Alpine grasslands. *Journal of Soils and Sediments*: Volume 15, Issue 6 (2015).
- Arwyn J. et al. (2012): The state of soil in Europe. A contribution of the JRC to the European Environment Agency's Environment State and Outlook Report. SOER 2010. EU 2012.
- Bachmann A. (2018): Ethische Bewertung der Bodenfunktionen. Internes Papier des Comité d'Ethique. BAFU 2014.
- BAFU (2017): Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung. Stand 2017. URL: www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/boden/publikationen-studien/publikationen/boden-in-der-schweiz.html
- BAFU und BLW (2013): Bodenschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bundesamt für Umwelt. Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1313, 59 S.
- Bircher P., Liniger H. P., Prasuhn V. (2019): Aktualisierung und Optimierung der Erosionsrisikokarte (ERK2). Die neue ERK2 (2019) für das Ackerland der Schweiz. Schlussbericht 2019.
- Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2019): Monitoring Bauen ausserhalb Bauzonen – Standbericht 2019 des ARE: Vergleich Entwicklung 1992/97 mit 2004/09 und 2013/18 (Arealstatistik BFS), S. 12.
- Bundesamt für Statistik BFS (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Neuchâtel. 24 S.
- Bundesamt für Statistik, Arealstatistik der Schweiz. BFS-Nummer: gr-d-02.02.04lulc001
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (2005): Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz. Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL). Schriftenreihe Umwelt Nr. 384.
- Candinas T. et al. (2002): Ein Bodenkonzept für die Landwirtschaft in der Schweiz. Grundlagen für die Beurteilung der nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodennutzung. *Bodenschutz* 3/02: S. 90–98.
- CH2011 (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC. Zurich, Switzerland. 88 pp. ISBN: 978-3-033-03065-7
- Fischer M. et al. (2015): Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Hrsg.: Forum Biodiversität Schweiz. Bern.
- Forum für Wissen (2013): Bodenschutz im Wald – Ziele – Konflikte – Umsetzung. WSL-Berichte. S. 23–28, ISSN 2296-3448. URL: www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/13083.pdf.
- Fry P., Liechti K. (2009): Wiederverwendung von abgetragenen, sauberem Boden in der Landwirtschaft. Erarbeitung der Grundlagen für die Entwicklung eines akteurorientierten Lösungsansatzes. Abschlussbericht.
- Gubler A., Schwab P., Wächter D., Meuli R. G., Keller A. (2015): Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) 1985–2009. Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. Bundesamt für Umwelt. Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1507: 81 S.

-
- Hagedorn, A., Krause, H-M., Studer, M., Schellenberger, A., Gattinger, A. (2018): Thematische Synthese TS2 des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68). Bern.
- Keller A., Franzen J., Knüsel P., Papritz A., Zürrer M. (2018): Bodeninformations-Plattform Schweiz (BIP-CH). Thematische Synthese TS4 des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68). Bern.
- Krebs, R. et al. (2011): Jahresbericht des Amtes für Wasser und Abfall des Kantons Bern 2011
- Leifeld, J., Reiser, R., Oberholzer, H., (2009): Consequences of Conventional versus Organic farming on Soil Carbon: Results from a 27-Year Field Experiment. *Agronomy Journal*, Volume 101, Issue 5.
- Lüscher P., Frutig F., Thees O. (2016): Physikalischer Bodenschutz im Wald. Waldbewirtschaftung im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und Erhaltung der physikalischen Bodeneigenschaften. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1607. 159 S.
- Maître V. (2014): Canton de Vaud. Indicateurs de développement durable. Matière organique et activité biologique dans les sols agricoles.
- Oberholzer, H., Leifeld, J., Mayer, J. (2014): Changes in soil carbon and crop yield over 60 years in the Zurich Organic Fertilization Experiment, following land-use change from grassland to cropland. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 177 (5).
- Ponge J.-F. et al. (2013): The impact of agricultural practices on soil biota. A regional study. *Soil Biology & Biochemistry* 67, p. 271-284.
- Postma-Blaauw M. B. et al. (2010): Soil biota community structure and abundance under agricultural intensification and extensification. *Ecology* 91.
- Rehbein K., Sprecher Ch., Keller A. (2019): Übersicht Stand Bodenkartierung in der Schweiz. Ergänzung des Bodenkartierkataloges Schweiz um Bodeninformationen aus Meliorationsprojekten, Bericht der Servicestelle NABODAT 2019. URL: www.are.admin.ch/dam/are/de/dokumente/raumplanung/dokumente/bericht/ubersicht-stand-bodenkartierung.pdf/download.pdf/ubersicht-stand-bodenkartierung.pdf
- Rihm B., Künzle T. (2019): Mapping Nitrogen Deposition 2015 for Switzerland, Technical Report on the Update of Critical Loads and Exceedance, including the years 1990, 2000, 2005 and 2010. Report under contract to the Federal Office for the Environment (FOEN).
- Schils R. et al. (2008): Review of existing information on the interrelations between soil and climate change; Climsoil Technical Report 2008. Final report 16 December 2008.
- Schmidt, S., Alewell, C., Meusburger, K. (2018): Mapping Spatio-Temporal Dynamics of the Cover and Management Factor (C-Factor) for Grasslands in Switzerland. *Remote Sensing of Environment* 211, p. 89-104.
- Schweizerischer Bundesrat, KdK, BPUK, SSV, SGV (2012): Raumkonzept Schweiz. Überarbeitete Fassung, Bern.
- Steffen W. et al. (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 13 February 2015, Vol 347, Issue 6223.
- Steiger U., Knüsel P., Rey L. (2018): Die Ressource Boden nachhaltig nutzen. Gesamtsynthese des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden»

(NFP 68). Hrsg. Leitungsgruppe des nfp 68.
Bern.

Tobias, S. (2012): Brainstorming Zukunft
Bodeninformation Schweiz, Projektabschluss-
bericht, WSL, BGS.

Tschannen, P. (1999): Kommentar zum Umwelt-
schutzgesetz. Erläuterungen zum Bodenschutz.
Hrsg.: Vereinigung für Umweltrecht (VUR) und
Helen Keller. Zürich 1999.

Tsiafouli M. A. et al. (2015): Intensive agricul-
ture reduces soil biodiversity across Europe.
Global Change Biology 21 (2), p. 973-985.