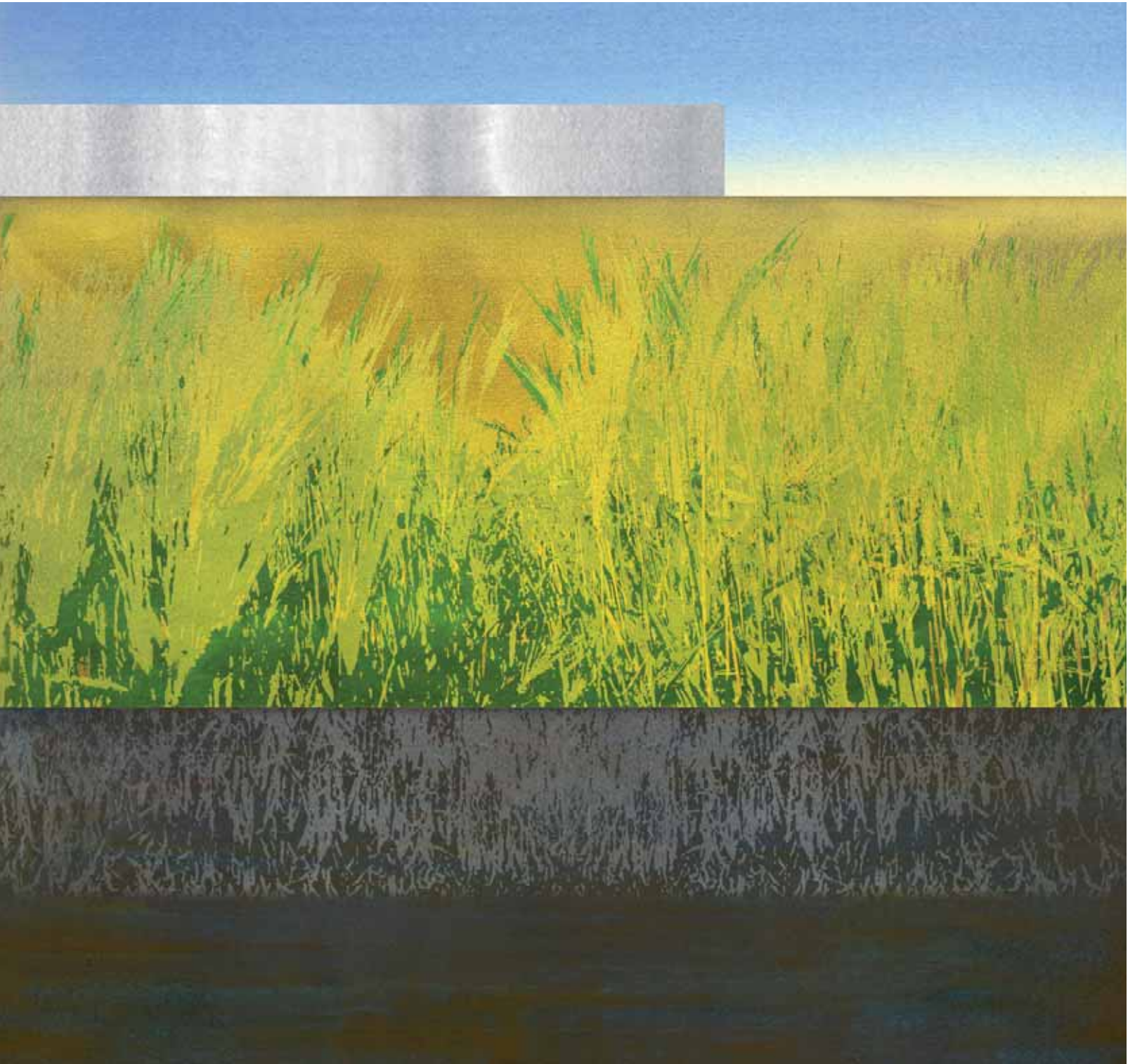




Bodenschätze



Ressource Boden
Nationales Forschungsprogramm NFP 68



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Inhalt

Faszination Boden	2
Der Kosmos unter unseren Füßen	6
Die Funktionen des Bodens	10
Wer ernten will, benötigt fruchtbaren Boden	12
Effizientes Recycling im Boden	14
Bodenschutz ist Klimaschutz	16
Boden sorgt für sauberes Trinkwasser	18
Boden schützt vor Hochwasser	20
Das Archiv im Boden	22
Die Lebensgrundlage erhalten	24

Impressum

Herausgeber
Nationales Forschungsprogramm
«Nachhaltige Nutzung der Ressource
Boden» (NFP 68)
Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Projektleitung
Urs Steiger, Ruedi Stähli

Konzept
Gregor Klaus, Urs Steiger

Text
Gregor Klaus

Redaktion
Urs Steiger

Projektbegleitung
Emmanuel Frossard,
Präsident der Leitungsgruppe NFP 68
Roland von Arx,
Chef der Sektion Boden, BAFU
Pascal Walther,
Programmkordinator NFP 68,
Schweizerischer Nationalfonds

Korrektorat
Andreas Vonmoos, terminus, Luzern

Layout
Kurt Brunner

Illustrationen
Nils Nova, Luzern

Bilder
S. 2: Doris Seebacher, A-Pitten;
S. 4: Gregor Klaus, Rothenfluh;
S. 5: Achim Ott, Rhäzüns;
S. 6: Eye of science, D-Reutlingen;
S. 9: oben Jan Jansa/
Mitte Eckard Voelcker, www.penard.de/;
unten Christoph Keel, Zürich;
S. 11: Julie Phipps, Shutterstock;
S. 13, 17: Agroscope-Gabriela Brändle,
Urs Zihlmann, LANAT-Andreas Chervet;
S. 15: G. Barron, European Atlas
of Soil Biodiversity ;
S. 19: IWB, Christian Flierl, Basel;
S. 21: oben Saibo, Wikimedia Commons;
unten Keystone/Alexandra Wey;
S. 23: Archäologie und Museum Baselland;
S. 27: Sabine Wunderlin

**Bezug der gedruckten Fassung
und PDF-Download**
BBL, Vertrieb Bundespublikationen,
CH-3003 Bern
Tel. +41 (0)58 465 50 50
verkauf.zivil@bbl.admin.ch
Bestellnummer: 810.400.104d
www.bafu.admin.ch/ud-1090-d

Klimaneutral und VOC-arm gedruckt
auf Recyclingpapier

Diese Publikation ist auch in franzö-
sischer, italienischer und englischer
Sprache verfügbar.

*Publiziert im Internationalen Jahr
des Bodens 2015 mit Unterstützung
des Schweizerischen Nationalfonds*

*zur Förderung der wissenschaftlichen
Forschung und des Bundesamtes für
Umwelt (BAFU)*

Vorwort

Boden ist mehr als Bauland «an bester Lage» oder Weide- und Ackerfläche. Boden ist Lebensraum. Unser Blick auf den Boden ist aber oftmals oberflächlich – im wahrsten Sinne des Wortes. Dabei lohnt sich ein Blick unter diese Oberfläche. Die Bedeutung des Bodens für das Leben auf der Erde wird unterschätzt. Ohne intakten Boden fehlt uns die wohl wichtigste Lebensgrundlage.

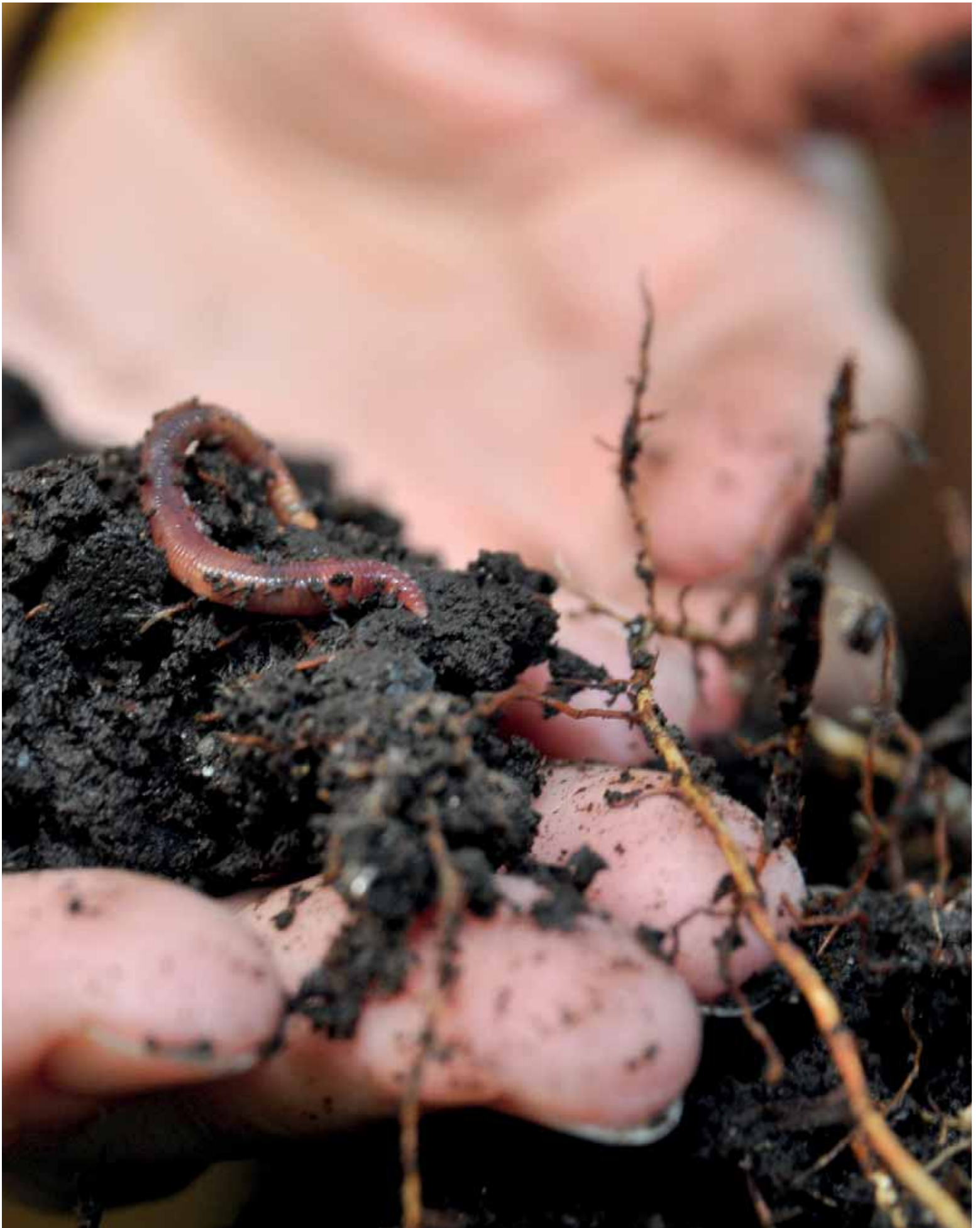
Der Kosmos zwischen Pflanzendecke und festem Gestein ist das unverzichtbare Verbindungselement zwischen Atmosphäre und Grundwasser. Diese zentrale Schaltstelle für alle wichtigen Stoff- und Energieflüsse auf der Erde erfüllt zahlreiche ökonomische und ökologische Funktionen: Boden ist Grundlage der Lebensmittelproduktion, Lebensraum für unzählige Organismen, Wasserfilter, Kohlenstoff- und Wasserspeicher. Milliarden von Lebewesen zerlegen in jeder Handvoll Boden die alten Pflanzenreste wieder in ihre Grundbausteine und machen sie für die neuen Pflanzen als Nährstoffe verfügbar.

Unser Boden verdient daher mehr Aufmerksamkeit. Gerade in der Schweiz, wo Boden knapp ist, braucht es ein besseres Verständnis. Wir begrüssen es deshalb, dass Wissenschaft und Bundesverwaltung (Bundesamt für Umwelt, Bundesamt für Landwirtschaft, Bundesamt für Raumentwicklung) mit der vorliegenden Broschüre das Phänomen Boden und seine unentbehrlichen Leistungen für uns Menschen zugänglich machen. Wer ahnt schon, dass mit jedem Spatenstich mehrere hundert Jahre Entwicklungsgeschichte auf der Schaufel landen? Wer ist sich bewusst, dass der Boden den Lebens- und Wirtschaftsraum Schweiz sichert?

Tragen wir deshalb Sorge zum Boden; zur Grundlage allen Lebens. Pflegen wir unseren Boden. Sorgen wir für unser Kulturland. Denn unsere Lebensqualität ist direkt abhängig von der Qualität und der Quantität des Bodens. Behalten wir Bodenhaftung!

Bundesrätin Doris Leuthard

Bundesrat Johann N. Schneider-Ammann



Faszination Boden

Nur selten wird der Blick frei auf die faszinierende Welt unter unseren Füßen. Meist ist dies dort der Fall, wo Bagger den Boden aufreissen: In Baugruben wird der dreidimensionale Kosmos des Bodens sicht- und erlebbar. Es lohnt sich, in die nächstgelegene Grube zu steigen und vor der Wand zu verweilen. Man erkennt eine bunte Abfolge verschiedener Schichten und Spuren wühlender Tiere. Es gibt Hohlräume, die sich wie Adern durch das Erdreich ziehen. Man gewinnt den Eindruck, vor einer eigenen Welt zu stehen – einer uralten Welt.

Aus Gestein wird Erde

Vor rund 10 000 Jahren, am Ende der letzten Eiszeit, gab es in weiten Teilen der Schweiz keinen intakten Boden. Die Gletscher hatten ihn abgehobelt und hinterliessen auf ihrem Rückzug nackten Fels oder Moränenmaterial. Sonne, Regen, Frost und Bodenlebewesen wirkten anschliessend auf die Gesteine und zerkleinerten sie chemisch und mechanisch. Der Boden wuchs beständig; Pflanzen konnten gedeihen.

Mineralien wurden umgebaut und mit dem Sickerwasser in die Tiefe verlagert. Das Gestein zerfiel mehr und mehr zu lockerer Erde. Im Laufe der Jahrtausende entstand so die typische Abfolge übereinanderliegender Bodenschichten, meist mit einem humusreichen Oberboden, einem Unterboden aus stark verwittertem Ausgangsgestein und ausgewaschenen Teilen des Oberbodens und dem Untergrund aus angewittertem Ausgangsgestein.

Boden hat viele Gesichter

Je nach Ausgangsgestein, Relief, Klima und Wassergehalt entwickeln sich sehr unterschiedliche Bodentypen. Es gibt flache oder tiefe, saure oder basische, nährstoffarme oder nährstoffreiche, nasse oder trockene, sandige oder tonige Böden – und alle nur denkbaren Zustände zwischen diesen Extremen. Die einzelnen Schichten können in den verschiedensten Farben leuchten, von rot über gelb bis blau.

Feuchte und warme Verhältnisse sind optimal für die Bodenbildung: Die Bodenorganismen laufen zur Höchstform auf, und die Verwitterung frisst sich regelrecht durch das Gestein. Die Böden im Mittelland sind deshalb mit einer Dicke von ein bis zwei Metern deutlich mächtiger als die Böden in den Alpen, die oft nur wenige Zentimeter messen.

Solange der Boden vom Wetter und Wasser bearbeitet und von Lebewesen bevölkert wird, ist die Entwicklung eines Bodens nicht abgeschlossen. Im vermeintlich ruhigen Boden ist ständig etwas in Bewegung: Humus wird auf- oder abgebaut, das Sickerwasser löst Stoffe und wäscht sie aus, Ton und Bodenpartikel verlagern sich in die Tiefe, Eisen oxidiert und gibt vielen Böden eine typische bräunlich-rötliche Farbe.



Die lange andauernde Geburt des Bodens



physikalische und chemische Verwitterung

Bodenlebewesen

Gestein ————— Zeitlich fortschreitende Entwicklung ————— Boden

Aus einem unbelebten Gestein wird über die Jahrtausende der Lebensraum Boden. Die Sonneneinstrahlung, der Regen, die Gase der Atmosphäre, der Frost, die Pflanzen- und Tierwelt sowie die

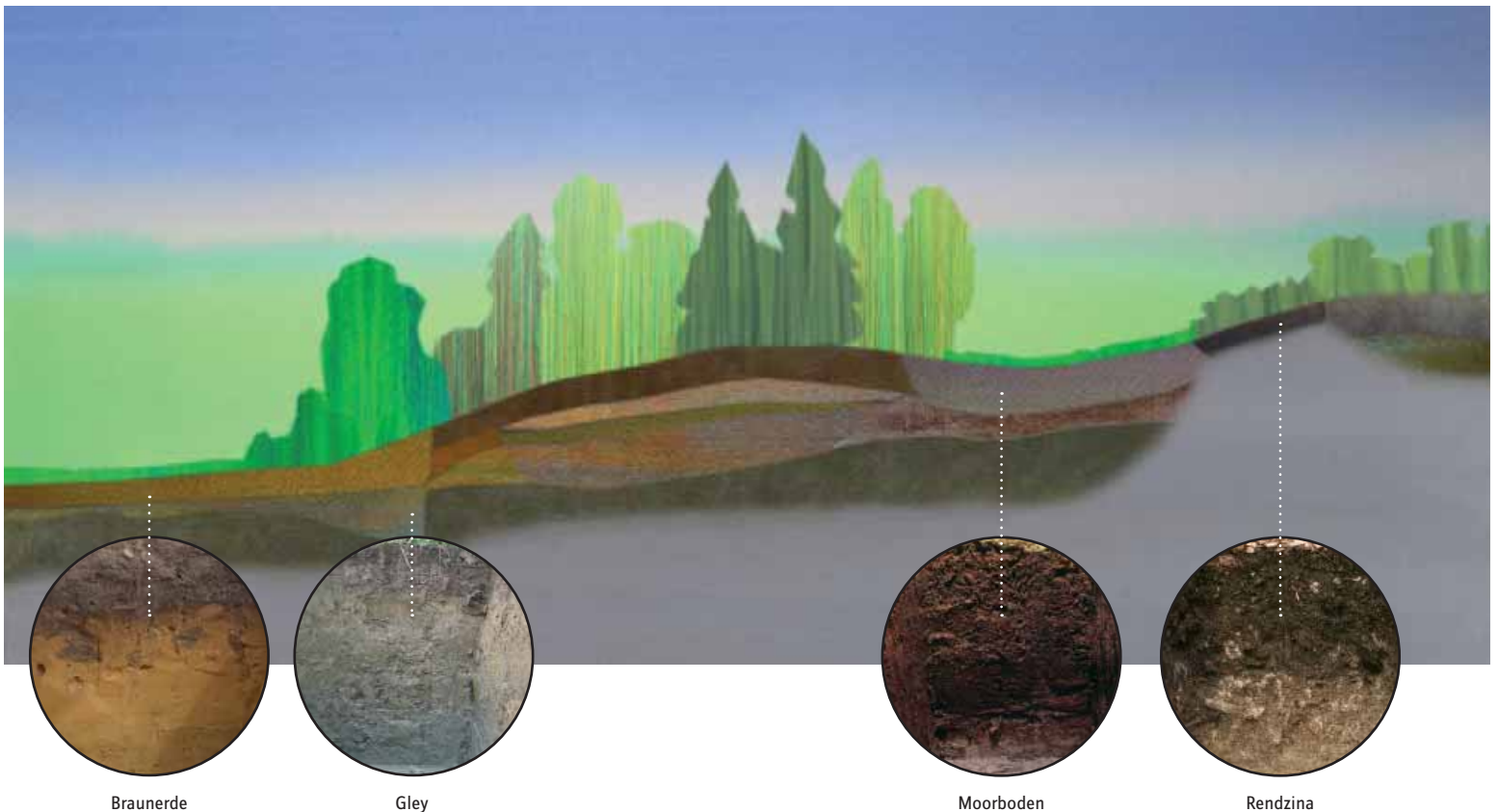
Bodenlebewesen bearbeiten den Fels oder das Moränenmaterial der Gletscher. Als Faustregel gilt: In 100 Jahren bildet sich ein Zentimeter Boden.

Auf den Flächen, die durch den raschen Rückzug der Gletscher in den Alpen entstehen, kann man die verschiedenen Stadien der Bodenbildung heute noch beobachten.



Baugruben geben den Blick frei auf die bunte Abfolge verschiedener Schichten.

Vielfältiger Boden



Braunerde

Gley

Moorboden

Rendzina

Je nachdem, wo man in der Landschaft ein Loch gräbt, stößt man auf unterschiedliche Böden. In Abhängigkeit von der Gesteinsart, von der

Hangneigung, vom örtlichen Klima und Wasserhaushalt wirkt an einem Standort eine bestimmte

Kombination von Prozessen der Bodenbildung und hinterlässt ein charakteristisches Bodenprofil.



Der Kosmos unter unseren Füssen

Während eines Waldspaziergangs geniessen wir die Ruhe. Was wir nicht bemerken: Unter unseren Füssen pulsiert vielfältiges Leben – der Motor unserer eigenen Existenz: Denn dank der meist winzigen Lebewesen im Boden gibt es überhaupt Leben auf der Erdoberfläche.

Lebensraum Boden

Boden ist ein dreidimensionaler Lebensraum, der aus verschiedenen Stockwerken aufgebaut ist. Auch wenn uns der Boden als kompakte Schicht erscheint: Zwischen seinen Bestandteilen hat es viel Platz für das Heer von Lebewesen, die die unterirdische «Fabrik des Lebens» am Laufen halten. In der Regel besteht etwa die Hälfte des Bodens aus Hohlräumen unterschiedlichster Grösse. Die meisten sind mikroskopisch klein.

Der feste Bestandteil des Bodens bildet ein filigranes Gerüst, das in der obersten Schicht meist aus Tonplättchen, Humusteilchen und Sand besteht. Die Zwischenräume – die Bodenporen – sind entweder mit Wasser oder Luft gefüllt und Aufenthaltsort von Tieren, Pflanzen und Pilzen. Der Lebensraum hat gigantische Ausmasse: Die gesamte bewohnbare Fläche einer Handvoll tonhaltiger Erde beträgt über einen Quadratkilometer. Viele Milliarden Kleinstlebewesen, sogenannte Mikroorganismen, besiedeln ein solches Stück Boden. Jedes Erdbröckchen ist für sie eine nahezu unendliche Landschaft.

Überwältigende Vielfalt

Nur ein Bruchteil der im Boden lebenden Arten ist der Wissenschaft bekannt. «Wir wissen mehr über die Bewegung der Himmelskörper als über den Boden unter unseren Füssen», klagte

bereits Leonardo da Vinci vor über 500 Jahren. Daran hat sich bis heute wenig geändert. Fest steht, dass sich in einer Handvoll Erde mehr Organismen tummeln als Menschen auf der Erde. In einem Gramm Boden konnten bis zu 50 000 Bakterienarten und bis zu 200 Meter Pilzfäden nachgewiesen werden. Das Gewicht aller Lebewesen in den Bodenschichten einer Hektare Land kann bis zu 15 Tonnen betragen, was dem Gewicht von etwa 20 Kühen entspricht. Zum Vergleich: Das Gras einer Hektare Wiese ernährt im Flachland gerade einmal zwei Kühe.

Für den Menschen ist der Boden mit all den Lebewesen eine gigantische, noch wenig erforschte «Apotheke». Alexander Fleming entdeckte 1928 die bakterientötende Wirkung des ersten Antibiotikums, des Penicillins. Der Stoff wird von einem bodenbewohnenden Schimmelpilz ausgeschieden. Seither haben Forschende weltweit unzählige Bodenlebewesen gesammelt und geprüft, ob die Einzeller, Bakterien, Pilze, Algen, Flechten und Pflanzen ebenfalls Antibiotika herstellen. Dabei wurden zahlreiche neue Wirkstoffe entdeckt, darunter fast alle, die bisher therapeutische Bedeutung erlangt haben. Das Potenzial für weitere Medikamente ist gross, aber noch nicht einmal ansatzweise ausgeschöpft.

Pulsierendes Leben

Die Nahaufnahmen von Bodenorganismen zeigen eindrücklich, wie vielfältig, spannend und wunderschön Bodenorganismen sein können. Der Boden strotzt vor Leben. Und es ist kein kunterbunt zusammengewürfelter Haufen: Wie die Artengemeinschaft über dem Boden leben die unterirdischen Lebewesen in einem komplexen Beziehungsnetz. Es gibt Fleisch-, Pflanzen-, Aas- und Allesfresser.

*Zwischen Pflanzen-
wurzel (gelb) und
Mykorrhizapilz (grün)
besteht eine spezielle
Handelsbeziehung.
Die Pflanzen versorgen
den Pilz mit Zucker.
Der Pilz liefert Nähr-
stoffe, schützt die Wur-
zeln vor Krankheitser-
regern, verbessert
die Wasseraufnahme
und macht seine
Partner resistenter
gegen Trockenheit.*

*Amöben sind ge-
frässige Einzeller.
Mit ihren «Schein-
füsschen» umfliessen
sie ihre Beute.
Als Räuber prägen
sie die Entwicklung
der Mikrofauna
im Boden und tragen
zum ökologischen
Gleichgewicht bei.*

Teamarbeit ist im Boden allgegenwärtig. Eine bestimmte Pflanzengruppe, die Leguminosen, zu denen Klee und Bohnen zählen, ist eine enge Partnerschaft mit Bodenbakterien eingegangen. Diese kleinen Fabrikanten können den Luftstickstoff so umwandeln, dass er von den Pflanzen genutzt werden kann. Im Gegenzug versorgt die Pflanze die Bakterien mit Zucker.

Noch viel weiter verbreitet ist die enge Wechselbeziehung zwischen Wurzeln und Bodenpilzen. Über 80 Prozent der Pflanzenarten unterhalten eine solche nützliche Symbiose, die sogenannte Mykorrhiza («verpilzte Wurzel»). Der Pilz wächst dabei in oder um die feinen Wurzeln und vergrößert das Wurzelsystem beziehungsweise die Kontaktfläche mit dem Boden. Der Pilz liefert Wasser und Nährstoffe, die Pflanze Zucker. Bekannte Wurzelpilze sind der Steinpilz oder der Knollenblätterpilz, die das Wachstum von wichtigen Baumarten wie der Fichte fördern. Das dichte Fadengeflecht um die Wurzeln hält zudem Schadstoffe und Krankheitserreger von den Wurzeln fern.

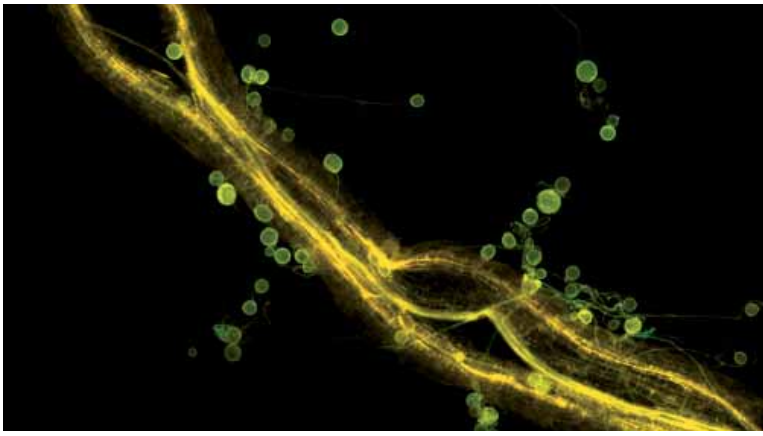
Den Treibstoff für die unterirdische Welt liefern die oberirdischen Pflanzen mit ihren Wurzelausscheidungen und den abgestorbenen Blättern, Stängeln und Ästen. Das anfallende Material wird insbesondere von Regenwürmern, Insektenlarven, Schnecken, Springschwänzen, Milben, Asseln, Fadenwürmern, Einzellern, Bakterien und Pilzen verwertet, die selbst Nahrungsgrundlage für viele weitere Organismen sind. Der «Hai» unter den Bodentieren ist der Maulwurf. Er jagt mit Vorliebe Regenwürmer, die ihren Darm mit vermodertem Pflanzenmaterial und Erde füllen. Aufgrund ihrer Lebensweise spielen die Regenwürmer eine besondere Rolle als «Ingenieure» der Bodenwelt. Während sie sich durch die verschiedenen Bodenschichten fressen, vermengen sie organisches und anorganisches Material und bilden

eine stabile Bodenstruktur, die ihn weniger anfällig macht für Erosion. Die Röhren der Regenwürmer lockern und belüften den Boden, sorgen dafür, dass Regenwasser rasch abfließen kann, und erleichtern das Wachstum der Pflanzenwurzeln. Die Regenwürmer allein vermögen in einem Jahr in einem Kubikmeter Boden bis zu zwölf Kilogramm Erde umzulagern.

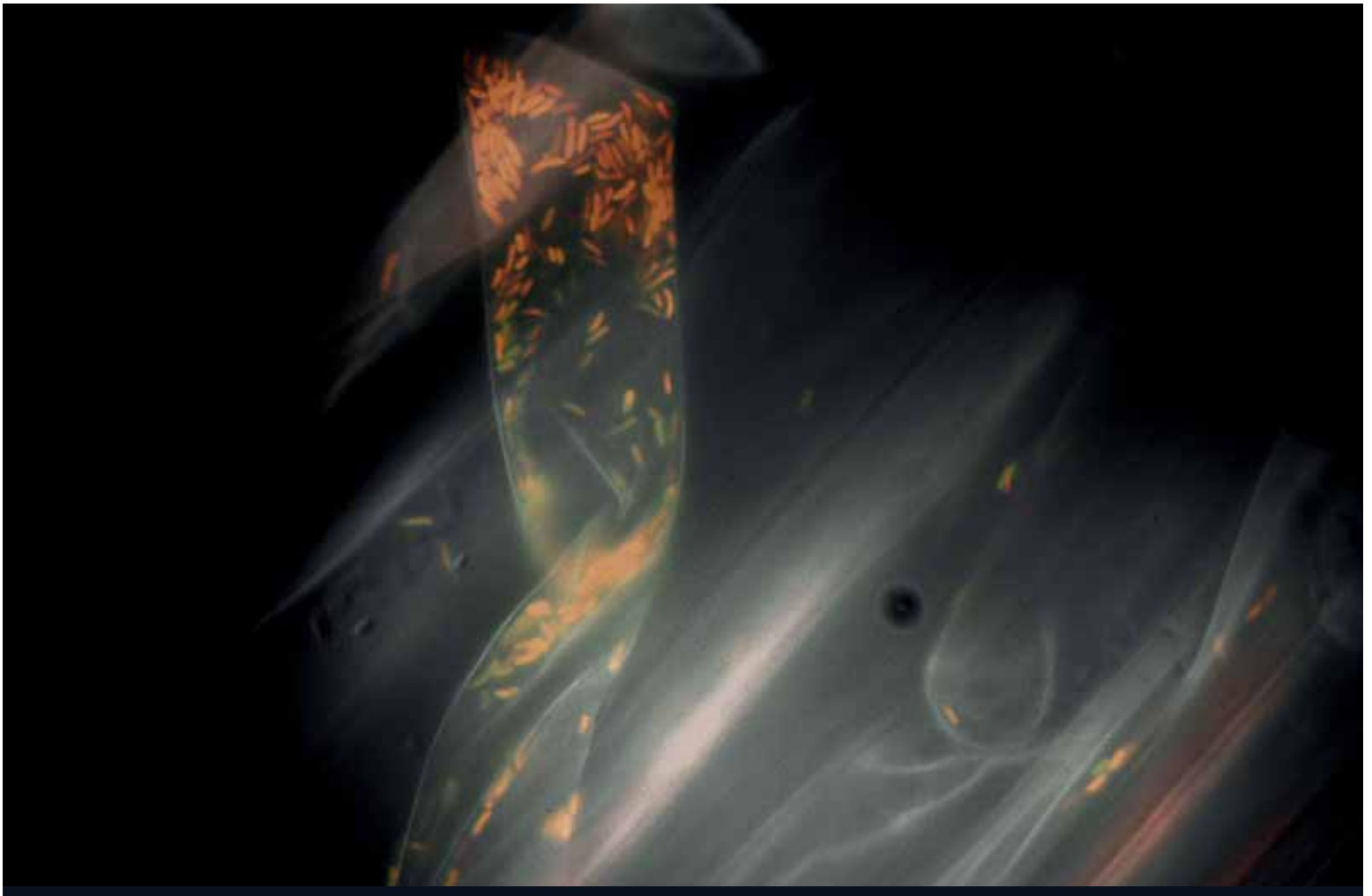
Die Pflanzen an der Erdoberfläche sind weitgehend von den Bodenorganismen abhängig – und umgekehrt. Auf einer fussballfeldgrossen Fläche können Bodenlebewesen in einem Jahr bis zu 25 Tonnen abgestorbenes Pflanzenmaterial und verendete Tiere zersetzen und aufbereiten. Ohne sie würde auf den Wiesen und in den Wäldern ein gigantischer Freiluft-Komposthaufen endlos in den Himmel wachsen.

Wertvoller Humus

Die Bodenorganismen leisten rund um die Uhr Schwerstarbeit. Die tote organische Masse wird abgebaut und zu einer stabilen Substanz, dem Humus, umgebaut. Ohne den wertvollen Humus wäre der Boden nicht viel mehr als ein überdimensionierter Sandkasten. Die organische Substanz ist eine verlässliche Nährstoffquelle für die Pflanzen sowie Speichermedium für Wasser, Schadstoffe und Kohlenstoff. Beim Nährstoff-, Wasser- und Kohlenstoffkreislauf spielt der Humus deshalb eine zentrale Rolle.



Pseudomonas-Bakterien schützen eine Weizenwurzel vor schädlichen Organismen. Sie produzieren einen Cocktail aus giftigen Substanzen, die gegen schädliche Pilze und sogar gegen Insekten wirkt. Die winzigen Helfer werden mit rund 10 Prozent der Energie belohnt, die bei der Photosynthese gewonnen wird.



Die Funktionen des Bodens

Ein gesunder Boden erfüllt zahlreiche Funktionen und sorgt so dafür, dass die Erde für den Menschen bewohnbar bleibt. Boden ist zunächst einfach der Untergrund, auf dem wir laufen. Er verleiht der Landschaft ihre runden und weichen Formen. Auf ihm stehen Gebäude, Strassen und Schienen.

Das Gedeihen von Lebens- und Futtermitteln sowie Holz ist die offensichtlichste Verknüpfung zwischen Mensch und Boden. Weniger offensichtlich sind andere Funktionen, die in den folgen-

den Kapiteln beschrieben werden. Die Funktionen ergeben sich aus der Fähigkeit des Bodens, Stoff- und Energiekreisläufe zwischen der Atmosphäre, dem Grundwasser und der Pflanzendecke in Gang zu halten und zu steuern: Boden speichert Nährstoffe und stellt sie den Pflanzen zur Verfügung, er reguliert das Klima, filtert Wasser, schützt vor Überschwemmungen und konserviert die Natur- und Kulturgeschichte der Menschen. Das Bodenleben ist dabei der Motor der vielfältigen und unersetzlichen Funktionen des Bodens im Naturhaushalt.



Die Funktionen des Bodens



Der Boden ...

- ... enthält Rohstoffe (z.B. Trinkwasser, Kies) (S. 18)
- ... speichert Kohlenstoff (S. 16)
- ... archiviert Natur- und Kulturgeschichte (S. 22)
- ... liefert Lebensmittel (S. 12)
- ... speichert Nährstoffe (S. 14)
- ... filtert Wasser (S. 18)
- ... ermöglicht Pflanzenwachstum (S. 12)
- ... ist Lebensraum für Bodenorganismen (S. 7)
- ... ist Grundlage für Gebäude und Strassen (Trägerfunktion)
- ... bietet Wirkstoffe für Medikamente (S. 17)
- ... speichert Wasser (Hochwasserschutz, Wasserreservoir für Pflanzen) (S. 20)

Wenn sich der Winter verabschiedet, zeigt der Boden, was in ihm steckt: Schweizer Bauern und Bäuerinnen holen beispielsweise jedes Jahr 500 000 Tonnen Kartoffeln aus dem Boden, liefern rund 50 000 Tonnen Raps an die Ölfabriken, bauen auf über 160 000 Hektaren Brot- oder Futtergetreide an und ernten mehrere hunderttausend Tonnen Frischgemüse. Ein fruchtbarer und intakter Boden ist dabei die zentrale Ressource für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion.

Die Funktionen des Bodens

Wer ernten will, benötigt fruchtbaren Boden

Viele Böden im Schweizer Mittelland gehören zu den fruchtbarsten und ertragreichsten. Zu verdanken haben wir dies dem ausgeglichenen Klima, der ausreichenden Regenmenge und den günstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Produktion und Absatz. Die Schweiz trägt deshalb eine spezielle Verantwortung für die Erhaltung dieser Lebensgrundlage.

35 Prozent der Schweizer Böden können als Äcker, Wiesen und Weiden genutzt werden. Weitere 10 Prozent sind alpwirtschaftliche Gebiete und dienen damit ebenfalls der Produktion von Nahrungsmitteln. Der Rest ist für eine landwirtschaftliche Nutzung entweder zu steil, zu nass, zu trocken, nicht tief genug oder zu nährstoffarm.

Begrenzte Ressource

1400 Quadratmeter Ackerland braucht es mindestens, um einen Menschen mit Nahrung zu versorgen. Von einer Hektare Land können also höchstens sieben Menschen leben. Heute ernährt diese Fläche im weltweiten Durchschnitt etwa vier bis fünf Menschen. Im Jahr 2050 dürfte aber der Grenzwert von sieben Menschen erreicht werden. Entsprechend wichtig ist es, zum Boden Sorge zu tragen und ihn zu schützen. Kein Quadratmeter darf sinnlos verschwenden werden!

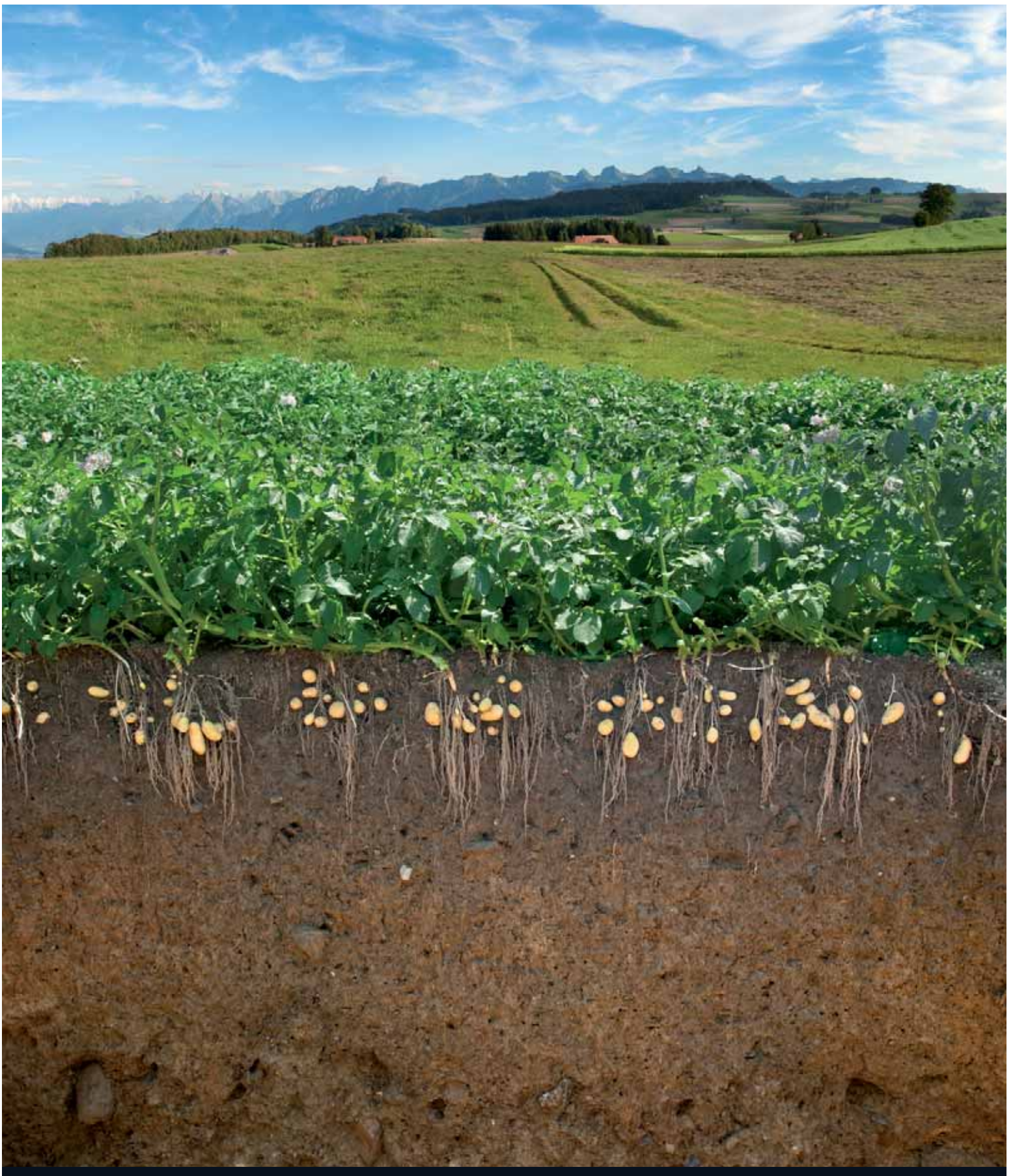
Wird ein Boden überbaut, ist er für immer der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen. Die rasant steigenden Erträge der industrialisierten und hochintensiven Landwirtschaft haben zudem dazu

geführt, dass in den Industriestaaten bestimmte Bodentypen für immer verschwunden sind. Dies erschwert eine nachhaltige, standortangepasste Nutzung der betroffenen Flächen. Gleichzeitig ist der Boden als funktionierender Lebensraum aus dem Bewusstsein der Menschen verschwunden. Wer denkt etwa beim Verspeisen einer Glace an die Verbindungskette «Boden–Gras–Kuh–Milch–Glace» oder gar an den Kreislauf «Boden–Gras–Kuh–Mist–Boden»?

Nachhaltige Nutzung

Damit die natürliche Bodenfruchtbarkeit auch langfristig erhalten bleibt, ist eine standortangepasste landwirtschaftliche Nutzung notwendig, die das reiche Bodenleben fördert. Zu schwere Maschinen, zu viel Mineraldünger, Gülle und Pflanzenschutzmittel schädigen die Organismen im Boden und die lockere Struktur des Lebensraums. Es gilt deshalb, den Boden sorgsam und nachhaltig zu nutzen.

Ein gesunder Boden ist auch im Wald die grundlegende Voraussetzung für eine nachhaltige Holzernte. Er gewährleistet zudem die Erfüllung aller Bodenfunktionen wie Hochwasserschutz und Kohlenstoffspeicherung. Problematisch können das Befahren natürlich gelagerter Waldböden mit schweren Forstmaschinen und das Anpflanzen standortfremder Baumarten sein. Für den Aufbau der Humusschicht ist es unerlässlich, dass Äste und Restholz im Wald verbleiben.



Vier Kilogramm Kartoffeln erntet der Bauer auf diesem fruchtbaren Ackerboden im Mittelland pro Quadratmeter und Jahr. Im Hintergrund der Niesen und die Stockhornkette. Die Entstehungsgeschichte

dieses Bodens bei Zimmerwald BE begann vor rund 10 000 Jahren. Der Aaregletscher hinterliess eine mächtige Auflage aus kalkreichem Moränenmaterial. In den oberen 120 Zentimetern entwickelte sich ein

fruchtbarer, sandig-lehmiger Boden. Auffällig ist der dicke und humusreiche Oberboden, in dem die Kartoffeln stecken.

Pflanzen benötigen eine grosse Zahl von Nährstoffen, etwa Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium, aber auch Spurenelemente wie Molybdän und Bor. Diese finden sich in gelöster Form im Wasser der Bodenporen, wo sie von den Pflanzen aufgenommen werden können. Für Nachschub ist gesorgt: Die wichtigste Nährstoffquelle ist die Zersetzung und Umwandlung von abgestorbenem Pflanzenmaterial wie Blättern und Stängeln, die auf die Erdoberfläche fallen und dort von den Bodenlebewesen zerlegt werden. Sie sorgen dadurch kostenlos für eine kontinuierliche Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen.

*Der Pilz Drechsle-
rella anthonia
(weisser dünner
Faden) erbeutet
mit Hilfe von
Fangringen einen
Fadenwurm.
Das Drama
wurde mit einem
Elektronenmikros-
kop festgehalten.*

Die Funktionen des Bodens

Effizientes Recycling im Boden

Ohne Bodenlebewesen wäre der Boden nicht in der Lage, die im Pflanzenmaterial eingebauten Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar zu machen. Die fleissigen Arbeiterinnen und Arbeiter im Bioreaktor Boden sorgen für eine kontinuierliche Versorgung der Pflanzen. Unsere Vorfahren sprachen von der «alten Kraft des Bodens».

Auch die Verwitterung von Mineralien im Boden sorgt für einen Nachschub von Nährstoffen. Eine besonders hohe natürliche Nährstoffversorgung haben tiefgründige und lehmhaltige Böden im Mittelland, die zu den besten Ackerflächen der Welt gehören.

Zwischenlager für Nährstoffe

Vor allem im Frühjahr, wenn die Bodenlebewesen aus der Winterruhe erwachen, werden viele Nährstoffe mobil. Es besteht die Gefahr, dass das Sickerwasser die freigesetzten Nährstoffe wie in einem Fahrstuhl in die Tiefe verfrachtet – und damit ausser Reichweite der Pflanzenwurzeln.

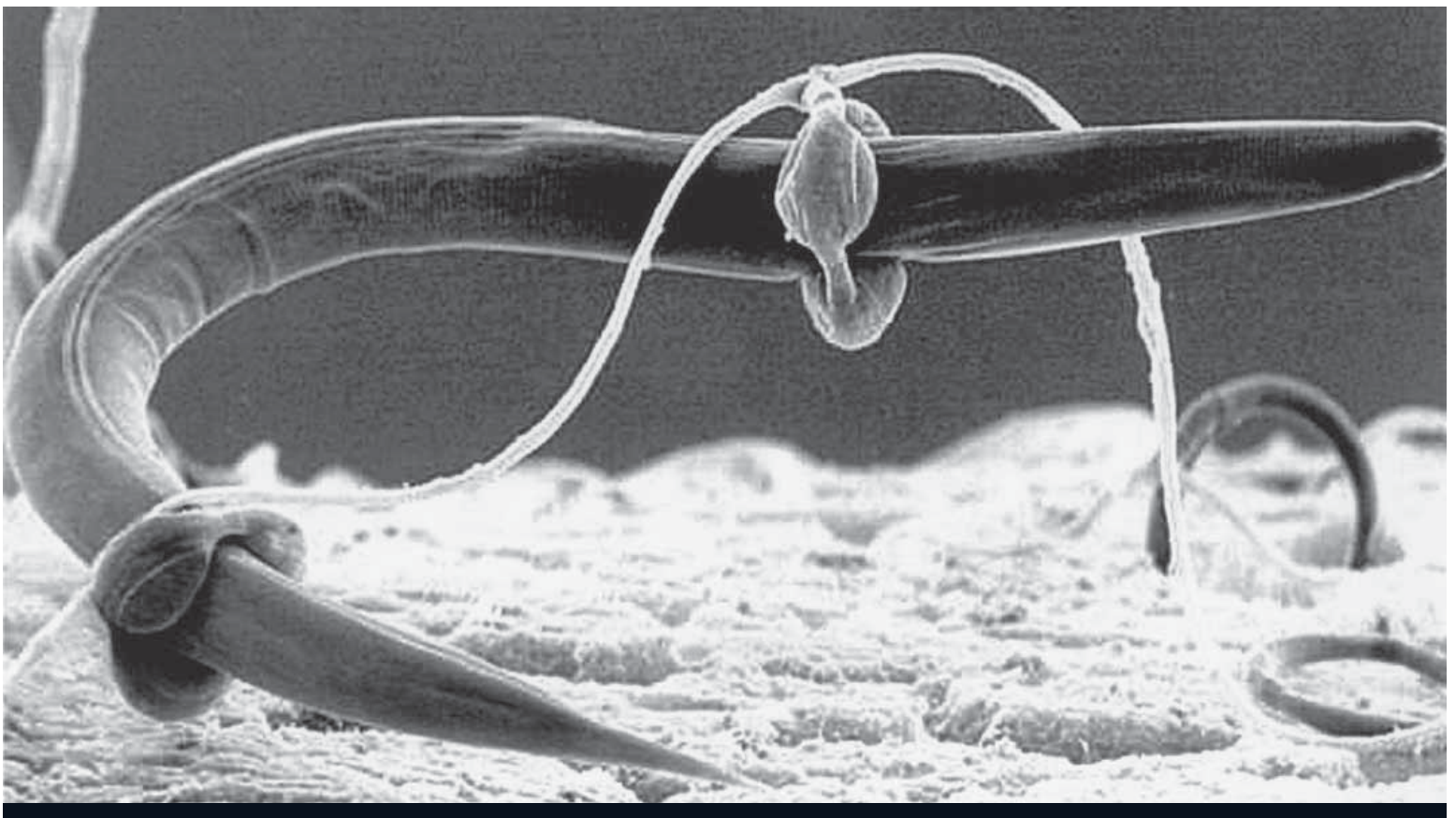
Zum Glück hält der Boden mehrere Zwischenlager für Nährstoffe bereit: Im und am Humus sowie an Bodenpartikeln werden Nährstoffe gebunden und bei Bedarf wieder abgegeben. Auch die Mikroorganismen nehmen viele Nährstoffe auf, die nach ihrem Absterben wieder frei werden. Insgesamt herrscht im Boden ein ständiges Binden und Auflösen von Stoffen in biologischen und chemischen Prozessen.

Lecks im System

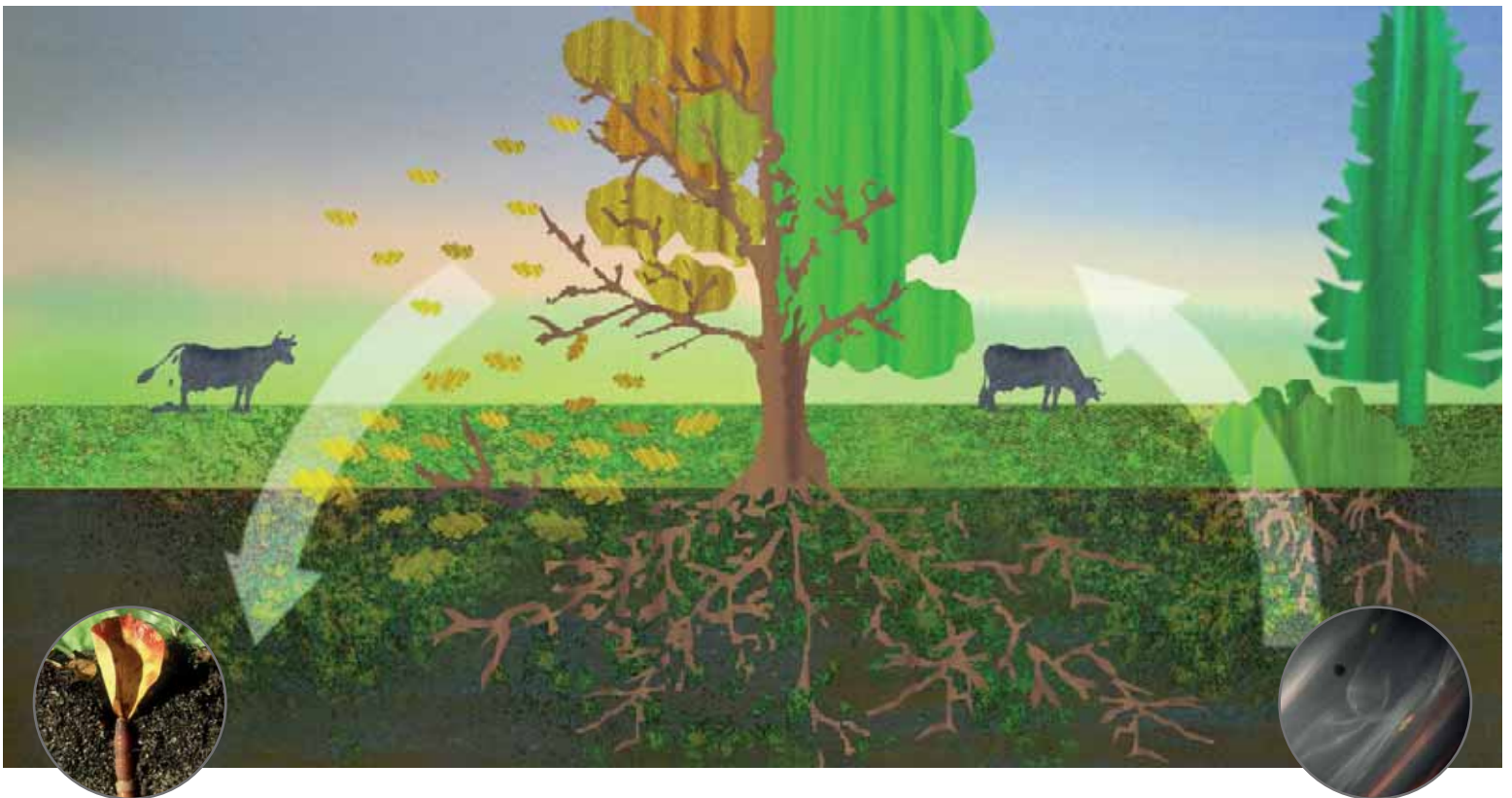
Mit jeder Kartoffel, die der Bauer erntet, verliert der Boden allerdings wichtige Nährstoffe. Um die Bodenfruchtbarkeit zu erhal-

ten, muss der Kreislauf der Nährstoffe zwischen Pflanzen und Boden geschlossen werden. Dem drohenden Mangel begegnete man früher mit dem zeitweisen Verzicht auf eine Nutzung (Brachen), mit dem Wechsel der angebauten Kultur und dem Einbringen von stickstoffhaltigem Mist aus der Viehhaltung. Heute kommen grosse Mengen an Kunstdünger und Gülle zum Einsatz. Dabei kann der Mensch den Boden überfordern. Wird zu viel gedüngt, bläht sich der Kreislauf auf und hält nicht mehr dicht. Beispielsweise beim Stickstoff: Die hohe Zufuhr an Kunstdünger und Gülle hat zur Folge, dass Nitrat, das aus dem Stickstoffdünger gebildet wird, bei Regen ins Grundwasser ausgewaschen wird und die Trinkwasserqualität beeinträchtigt. Über 30 000 Tonnen Stickstoff werden in der Schweiz jedes Jahr auf diese Weise aus dem Landwirtschaftsboden ausgewaschen. Die Folgen sind beträchtlich: Die Nitratgehalte in den unterirdischen Wasserspeichern überschreiten vielerorts die Grenzwerte deutlich. An jeder sechsten Messstelle ist zu viel Nitrat im Grundwasser, in Ackerbaugebieten sogar an jeder zweiten.

Ein weiteres Problem des überforderten Stickstoffkreislaufs ist das Lachgas, das beim Abbau von stickstoffhaltigen Düngemitteln im Boden entsteht und in die Atmosphäre entweicht. Die Stickstoffverbindung schädigt die Ozonschicht und ist ein hochpotentes Treibhausgas: Lachgas ist 298-mal wirksamer als Kohlendioxid. Wichtig ist es deshalb, dass die Nährstoffbilanz ausgeglichen ist, also dem Boden nur so viele Nährstoffe zugeführt werden, wie mit dem Erntegut entnommen wurden.



Nährstoffe zirkulieren zwischen Pflanzen und Boden



1. Abgestorbene Pflanzen und Tiere landen auf dem Boden. In der Landwirtschaft werden die Ausscheidungen der Nutztiere auf dem Boden verteilt.

2. Bodenorganismen machen sich über die Nahrung her. Das organische Material wird zersetzt.

3. Mikroorganismen machen Nährstoffe für die Pflanzen verfügbar. Ein Teil wird im Humus und an Bodenpartikeln zwischengelagert.

4. Pflanzen auf der Erdoberfläche können wachsen. Nutztiere und wildlebende Tiere fressen die Pflanzen.

Der Boden ist eng mit dem Klima verbunden. Dennoch spielt er in der öffentlichen Wahrnehmung und Diskussion rund um den Klimawandel kaum eine Rolle. Dabei sind im Boden enorme Mengen Kohlenstoff gespeichert, der in Form von Kohlendioxid (CO₂) zu den Hauptverursachern des Klimawandels zählt. Nach den Ozeanen und den fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdöl und Erdgas ist der Boden das drittgrösste Depot für Kohlenstoff. Alle Böden zusammen enthalten etwa doppelt so viel von diesem Element wie die Atmosphäre und dreimal so viel, wie in den Landpflanzen enthalten ist.

Die Funktionen des Bodens

Bodenschutz ist Klimaschutz

Zwischen Pflanzen, Boden und Atmosphäre findet ein ständiger Austausch von Kohlenstoff statt. Pflanzen nehmen aus der Luft CO₂ auf und bilden mit Hilfe der Sonnenenergie Blätter, Stämme und Wurzeln. Mit den abgestorbenen Pflanzenteilen wandert der Kohlenstoff in den Boden. Ein Teil davon gelangt beim Abbau durch die Bodenorganismen wieder in die Atmosphäre. Der Rest wird in eine stabilere Form – den Humus – überführt.

Positiv auf den Humusgehalt des Bodens wirken sich unter anderem der biologische Landbau und Bewirtschaftungsformen mit einer reduzierten Bodenbearbeitung aus. Die Wiedervernässung von ehemaligen Moorböden ist ebenfalls eine effiziente und vor allem kostengünstige Variante des Klimaschutzes. Sobald ein regeneriertes Moor nach mehreren Jahren wieder in einen natürlichen Zustand übergeht, wird Kohlenstoff im Boden gespeichert.

Kohlenstoffspeicher Boden

Wie viel Kohlenstoff im Boden gespeichert ist, hängt von der Temperatur, der Bodenfeuchtigkeit und der Menge sowie der Art der abgestorbenen Pflanzenteile ab. Verändert sich das Klima oder die Nutzung des Bodens, wirkt sich dies auf den Austausch von Kohlenstoff zwischen Pflanzen, Boden und Atmosphäre aus. Werden Moorböden trockengelegt und landwirtschaftlich genutzt, wird eine Wiese in einen Acker umgewandelt oder werden Ackerböden zu intensiv bewirtschaftet, sinkt der Humusgehalt im Boden; beim Abbau des Humus wird CO₂ in grossen Mengen freigesetzt. Weltweit sind die Umwandlung von natürlichen Ökosystemen in Acker- und Weideland und die Übernutzung des Bodens – bis hin zur Wüstenbildung – die Hauptursachen für das Entweichen von CO₂ aus dem Boden. Während langer Zeit gelangte dadurch sogar mehr Kohlenstoff in die Atmosphäre als durch die Verbrennung fossiler Energieträger.

Effizient und kostengünstig

Schäden am Boden, die durch eine nicht nachhaltige Nutzung verursacht wurden, lassen sich nicht einfach und schnell beheben. Das gilt vor allem für den Humusverlust.



Der Bauer dieses Feldes bei Witzwil BE erntet vier Kilogramm Rüebli pro Quadratmeter. Ursprünglich war die Humusschicht zwei Meter dick. Mit der Entwässerung des Moorbodens drang Sauerstoff in

die Bodenporen, was zur Zersetzung des Torfkörpers führte. Gewaltige Mengen an CO_2 wurden freigesetzt. Heute ist die humusreiche Schicht nur noch 30 Zentimeter dick. Die Fruchtbarkeit dieses Bodens ist stark

gefährdet. Wenn der Humus aufgebraucht und die ehemalige Seeablagerung (graue Schicht) erreicht ist, kann der Boden nicht mehr ackerbaulich genutzt werden.

Wer sich frisches und sauberes Wasser aus dem Hahnen zapft, sollte dem Boden dankbar sein. Über 80 Prozent des Trinkwassers in der Schweiz stammen aus dem Grundwasser. Erst der Boden macht es zum Lebenselixier, indem er das Wasser während der Versickerung flächendeckend von Schwebstoffen, Schadstoffen und Krankheitserregern befreit. Boden ist der Filter zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser.

Für die Trinkwasserversorgung Basels wird die reinigende Wirkung des Bodens und des Waldes seit langem aktiv genutzt. An Wasserstellen im Wald wird mechanisch vorgereinigtes Rheinwasser zum Versickern gebracht, um den Grundwasserstrom gezielt anzureichern.

Die Funktionen des Bodens

Boden sorgt für sauberes Trinkwasser

Nirgendwo in der Schweiz ist die Filterleistung des Bodens besser sichtbar als in Basel. Die Hälfte des Wassers, das die Stadt am Rheinknie aus der Tiefe pumpt, wird dem Grundwasser künstlich zugeführt. Der Waldboden ist der zentrale Bestandteil bei der Wasseraufbereitung.

Effizienter Wasserfilter

60 000 Kubikmeter vorgefiltertes Rheinwasser werden jeden Tag in den Auenwald «Lange Erlen» gepumpt, wo es versickert. Die 14 Wasserstellen sind mit kleinen Dämmen voneinander abgegrenzt und bedecken insgesamt eine Fläche von rund 20 Hektaren. Jede Wasserstelle wird während zehn Tagen geflutet; in den anschliessenden 20 Tagen kann sich der Waldboden regenerieren. Die Bodenorganismen schaffen während dieser Zeit immer wieder neue Poren, die von der Oberfläche bis zum Schotter reichen. Sie sind für die gute Versickerungsleistung verantwortlich.

Beim Durchgang des Wassers durch das Erdreich werden fast alle organischen Stoffe zurückbehalten, entgiftet oder in die Bodenstruktur eingebaut. Pestizide, Viren und Bakterien, die dem Menschen gesundheitlich schaden können, werden eliminiert.

Das durch den Boden gereinigte Sickerwasser verstärkt den vorhandenen Grundwasserstrom. Das Grundwasser wird danach in mehreren Brunnen gefasst, in einem Pumpwerk chemisch-physikalisch nachbehandelt und in das Netz der Basler Trinkwasserversorgung eingespeist.

Nicht ersetzbar

Das System Boden ist in der ganzen Schweiz ein wartungsarmer Filter. Allerdings lässt sich das Grundwasser nur mit einem intakten Boden ohne teure Behandlung als Trinkwasser nutzen. Der Boden garantiert eine ausgezeichnete und langfristig wirksame Reinigungsleistung. In Basel sorgt er dafür, dass sogar aus nicht konsumierbarem Rheinwasser einwandfreies Trinkwasser wird – und dies bei einer absolut unkomplizierten Steuerung des Gesamtsystems.

Böden, die gestört, versiegelt oder mit Schwermetallen und anderen Schadstoffen stark belastet sind, können ihre Reinigungsfunktion nur noch eingeschränkt oder gar nicht wahrnehmen. Der über Jahrtausende gewachsene Bodenfilter lässt sich nicht einfach wie bei einem Staubsauger ersetzen, sondern ist für seine Funktionsfähigkeit auf die Regeneration durch natürliche Prozesse angewiesen.



Der Waldboden als Wasserfilter



Dank der Reinigungsleistung des Bodens und der Ökosysteme steht in der Schweiz Trinkwasser in genügender Menge und einwandfreier Qualität zur Verfügung. 38 Prozent des Trinkwassers benötigen

keine Aufbereitung, weitere 33 Prozent benötigen lediglich eine einstufige Behandlung.

Der Sommer 2014 fiel ins Wasser: Es war zu kühl und ausgesprochen nass. Neben heftigen Unwettern gab es lang anhaltende Regenperioden – ideale Voraussetzungen für Hochwasser. Dass die Schäden nicht noch höher ausfielen, verdanken wir dem Boden, dem mit Abstand wichtigsten Auffangbecken für den Regen. Wie ein gigantischer Schwamm saugt er das Wasser auf und gibt es zeitverzögert an das Grundwasser oder in die Bäche und Flüsse wieder ab. Waldböden sind besonders gute Wasserspeicher: Der Boden unter einer Hektare Laubwald kann bis zu zwei Millionen Liter Wasser aufnehmen.

Das Röhrensystem der Regenwürmer ist ein wichtiger Wasserspeicher und damit für den Hochwasserschutz von grosser Bedeutung. In einem beliebigen Bodenblock unter einem Quadratmeter fruchtbarer Wiese leben in den oberen 1,5 Metern 300 bis 500 Regenwürmer. Diese haben Gänge mit einer Länge bis zu 900 Metern angelegt.

Bodenversiegelung führt zu Hochwasser.

Die Funktionen des Bodens

Boden schützt vor Hochwasser

Den Wasserspeicher des Bodens darf man sich nicht als unterirdischen See vorstellen. Das Wasser, das auf die Bodenoberfläche trifft, wird in einem Netz von Hohlräumen aufgefangen. Es sickert nicht einfach durch den Boden in Richtung Grundwasser, sondern wird dank der Oberflächenspannung des Wassers in den Poren des Bodens gehalten.

Das Vermögen eines Bodens, Wasser zu speichern, hängt vom Anteil an feinen Poren ab. In der Regel bestehen 30 bis 60 Prozent des Bodens aus unterschiedlich grossen Hohlräumen. In Hochmoorböden können es sogar 90 Prozent sein. Sind die Poren zu gross, wie in einem sandigen Boden, fliesst das Wasser rasch in die Tiefe. Böden mit höherem Lehmanteil speichern dagegen mehr Wasser. Auch die Tiefe des Bodens bestimmt sein Vermögen, Regenwasser zurückzuhalten.

Der Boden – ein Schwamm

Der Anteil an Poren hängt auch von den Pflanzenwurzeln und den Bodenlebewesen ab. Vor allem Regenwürmer mit ihrem weit verzweigten Netz aus Röhren sind wichtige Helfer beim Schutz vor Hochwasser.

Bei Regen füllen sich zunächst die kleinen Poren. Diejenigen mit einem Durchmesser von über einem Zehntelmillimeter sind für den Abfluss des Regens besonders wichtig. Hält der Niederschlag an, füllen sich auch die Regenwurmrohre. Ist der Speicher voll, landen die weiteren Regentropfen über den Oberflächenabfluss im nächstgelegenen Gewässer und lassen Bäche und Flüsse anschwellen. Die Wassermassen können Siedlungen überfluten, Keller mit Schlamm füllen, Autos mitreissen und Strassen unterspülen – so geschehen im Sommer 2014 im Berner und Luzerner Napfgebiet

sowie im Kanton St. Gallen. Die Überschwemmungen richteten Schäden in Millionenhöhe an.

Intakte Böden sind nicht nur für den Hochwasserschutz unverzichtbar. Ein Teil des Wassers im Boden steht den Pflanzen zur Verfügung, die sonst vertrocknen würden. Mehrere hundert Liter Bodenwasser brauchen beispielsweise Weizenpflanzen, um ein Kilogramm Getreidekörner hervorzubringen. Ohne die Wasserspeicherung der Böden gäbe es keine grünen und blühenden Landschaften und auch keine Produktion von Nahrungsmitteln.

Der Boden wird dicht gemacht

Wird die Fähigkeit des Bodens, Wasser aufzunehmen, gestört oder gar zerstört, fließen Starkniederschläge viel früher in das nächstgelegene Gewässer. Das Befahren des Bodens mit schweren Fahrzeugen oder der unsachgemässe Umgang mit ausgehobenem Boden eliminiert die Poren und verdichtet den Boden.

Ganz zum Erliegen kommt die Versickerung, wenn das Erdreich unter Strassen oder Gebäuden verschwindet. Dies ist zunehmend der Fall: Die Siedlungsfläche hat in der Schweiz zwischen 1985 und 2009 um 584 Quadratkilometer zugenommen – dies entspricht der Grösse des Genfersees. 60 Prozent dieser Siedlungsfläche sind versiegelt, sodass der Wasserspeicher, den die Böden in der Schweiz bilden, kontinuierlich kleiner wird.

Ein guter Hochwasserschutz benötigt deshalb nicht nur einen nachhaltigeren Umgang mit Boden im Kulturland und im Wald, sondern auch im Siedlungsraum. Intakte Siedlungsböden können die Kanalnetze deutlich entlasten und Schadstoffe zurückbehalten.



Boden entsteht über eine extrem lange Zeit. Entsprechend verfügt er über ein hohes «Erinnerungsvermögen». Bodenkundlerinnen und Bodenkundler können im Boden lesen wie in einem Buch. In den verschiedenen Bodenschichten sind viele Informationen gespeichert, die die Umweltbedingungen widerspiegeln, die zu jener Zeit herrschten, als der Boden gebildet wurde.

*Der Keltenschatz von
Füllinsdorf im
Kanton Basel-Landschaft: 2012 wurden
293 Silbermünzen im
Boden entdeckt –
der grösste keltische
Edelmetallmünzfund
der Schweiz.*

*Ebenfalls im
Baselbieter Untergrund
wurde diese
Getreidemühle
entdeckt, die in
die Pflasterung eines
Hofes eingesetzt war.*

Die Funktionen des Bodens

Das Archiv im Boden

Alte Böden konservieren Hinweise auf das Klima und die Vegetation sowie auf den Einfluss von Naturkatastrophen vergangener Epochen. Da im Moorboden der Abbau organischer Materie gehemmt ist, ist er ein besonders wichtiges Archiv. In den einzelnen Torfschichten finden sich Pollen, Blätter oder Samen von Pflanzenarten, die früher in einer Landschaft verbreitet waren. Sie lassen sich auch noch nach Jahrtausenden bestimmen und erlauben beispielsweise, das Vordringen einzelner Baumarten in die verschiedenen Regionen der Schweiz nach der letzten Eiszeit genau nachzuverfolgen.

Wertvolles Archiv

Bohrkerne aus Hochmooren erzählen auch die Geschichte der Luftverschmutzung. Im Torfkörper des Hochmoors Etang de la Gruère im Jura finden sich zwei Schichten mit erhöhtem Bleigehalt. Für die Verunreinigung der tieferliegenden Schicht sind die Römer verantwortlich. Diese haben das weiche Metall in grossem Massstab für Wasserleitungen, Gefässe und andere Gegenstände genutzt. 2000 Jahre später verwendete der Mensch des Automobilzeitalters bleihaltiges Benzin; das freigesetzte Blei legte sich wie ein Schleier auf die Landschaft und ist im Boden nach wie vor nachweisbar.

Spiegelbild der menschlichen Zivilisation

Seit der Steinzeit hinterlässt die Menschheit vielfältige Spuren der Kulturentwicklung im Boden. Aus unscheinbaren Überbleibseln wie Knochen, Münzen und Werkzeugen kann die Archäologie wichtige Erkenntnisse über die Alltagsgewohnheiten der früheren Bewohnerinnen und Bewohner gewinnen.

Der Boden offenbart zudem, wie die Landschaft einst aussah, wie sie sich entwickelte und wie der Mensch auf sie einwirkte. Er gibt damit Aufschluss über die Landschaftsgeschichte, die Entwicklung des Ackerbaus und der Siedlungen – Boden ist das Spiegelbild der menschlichen Zivilisation. Damit der Informationswert erhalten bleibt, muss die Funktion des Bodens als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte geschützt werden.



Die Lebensgrundlage erhalten

Der Boden unter unseren Füßen ist eine perfekte Mischung aus Mineralien, Humus, Wasser, Luft, Tieren, Pflanzen und Pilzen, die in vielfältiger Weise zusammenwirken. Die Wohlfahrt der Gesellschaft ist eng mit diesem Kosmos verknüpft: Der Boden erfüllt nämlich zahlreiche ökonomische und ökologische Funktionen.

Die einzelnen Bodenfunktionen sind eng miteinander verflochten. Ein gesunder Boden ist beispielsweise auch ein guter Wasserspeicher. Es gibt aber auch Funktionen, die der Boden an gewissen Standorten besser erfüllen kann als an anderen. So sind die mächtigen und fruchtbaren Böden des Mittellands besonders gut geeignet, die Bevölkerung mit Lebensmitteln zu versorgen. Gleichzeitig gilt es, im Sinne einer nachhaltigen Nutzung bei der Bewirtschaftung die anderen Bodenfunktionen wie die Bereitstellung sauberen Trinkwassers oder die zentrale Rolle des Bodens für die Biodiversität nicht aus den Augen zu verlieren. Beim Moorboden dagegen sollte die Kohlenstoff- und Wasserspeicherung im Vordergrund stehen.

Die Welt verliert an Boden

Hierzulande stehen nur noch wenige Personen, vor allem die Landwirte, in direktem Kontakt zum Boden. Da wir uns dem Boden im Alltag entfremdet haben, fristet er ein kümmerliches Dasein in unserem Bewusstsein. Entsprechend nachlässig gestaltet sich meist der Umgang mit ihm.

24 Milliarden Tonnen Erde werden weltweit jährlich ins Meer geschwemmt oder mit dem Wind fortgetragen. 168 Staaten leiden unter Bodenerosion und Wüstenbildung. Gleichzeitig beanspruchen Siedlungen und Strassen immer mehr wertvolles Kulturland. Der Bodenschwund bedroht zunehmend die globale Ernährungssicherheit.

In den kommenden Jahrzehnten könnte Boden aufgrund der zunehmenden Knappheit weltweit zu einem umstrittenen oder gar umkämpften Gut werden. Immer mehr Industrie- und Schwellenländer erwerben bereits heute in den Entwicklungsländern grosse Gebiete, um die eigene Ernährungssicherheit zu gewährleisten – oft auf Kosten der einheimischen Kleinbauern. Die in der Schweiz konsumierten Lebensmittel oder die Rohstoffe dazu werden schon heute zu 60 Prozent auf Böden im Ausland produziert.

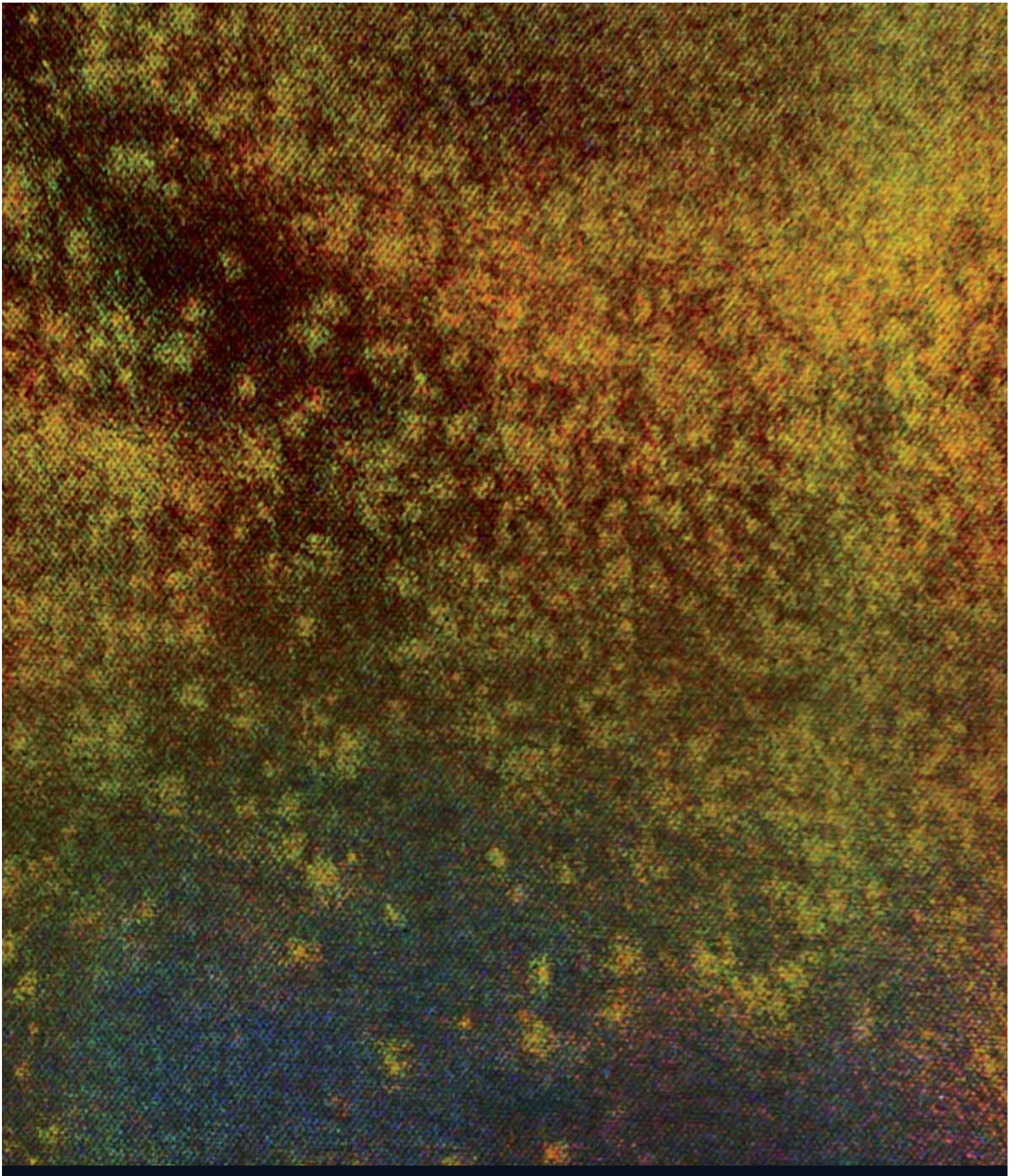
Gleichzeitig verschlechtert sich auch hierzulande der Zustand des Bodens. Wird ein Boden geschädigt, sind meist alle seine Funktionen betroffen. Mehrere Bedrohungen können unterschieden werden, wie die folgenden Abschnitte zeigen.

Totalausfall

Der Siedlungsraum mit seinem hohen Anteil an betonierten oder asphaltierten Flächen beansprucht immer grössere Flächen. Zwischen 1985 und 2009 wurde im Schweizer Mittelland jede Sekunde fast ein Quadratmeter Land überbaut – das entspricht:

- pro Minute 15 Laufmetern Quartierstrasse,
- pro Stunde 6 Einfamilienhäusern,
- pro Jahr der Fläche des Kantons Basel-Stadt.

16 Prozent des Mittellands bestehen bereits aus Gebäude-, Industrie- und Gewerbeareal. Mit der Überbauung kommen alle natürlichen Bodenfunktionen zum Erliegen, vor allem die Produktion von Lebensmitteln. Geht die Zubetonierung des Mittellands im gleichen Tempo weiter, wird dies dramatische ökonomische, soziale und ökologische Konsequenzen haben.



Sinkende Qualität

Verschiedene Einflüsse belasten den Boden dauerhaft und hindern ihn zunehmend an der Erfüllung seiner Funktionen:

■ **Bodenverdichtung:** Wird der Boden mit schweren Bau-, Zug-, Saat- oder Erntemaschinen befahren, werden die Bodenporen zusammengedrückt. Dies stört den Luft- und Wasserhaushalt und damit das Bodenleben; die Bodenfruchtbarkeit sinkt. Verdichtete Böden verfügen über eine eingeschränkte Versickerungsleistung. Wasser kann nicht eindringen und sucht sich seinen Weg über die Bodenoberfläche. Dies begünstigt die Bodenerosion und erhöht das Hochwasserrisiko.

■ **Bodenerosion:** Oberirdisch abfliessendes Wasser schwemmt vor allem die nährstoffreiche Feinerde ab. Erosion beeinträchtigt damit viele Bodenfunktionen, unter anderem die Wasserspeicherkapazität und die Bodenfruchtbarkeit. Rund 40 Prozent der Ackerflächen in der Schweiz gelten als erosionsgefährdet, das heisst, dass mehr als zwei Tonnen Bodenmaterial pro Hektare und Jahr abgetragen werden können. Insgesamt verlieren die Schweizer Äcker jedes Jahr über 800 000 Tonnen Bodenmaterial. Das entspricht etwa einem mit 100 Metern Erde bedeckten Fussballfeld. Die abgeschwemmte Erde verursacht in den Gewässern erhebliche ökologische Schäden.

■ **Schadstoffeinträge:** Rund ein Zehntel des Bodens in der Schweiz ist mit Schadstoffen belastet, was unter anderem die Hinterlassenschaft alter Umweltsünden ist. Im Boden intensiv genutzter Wiesen werden zudem kontinuierlich steigende Konzentrationen von Zink und Kupfer beobachtet, die mit der Gülle oder über Futtermittelzusätze in die Landschaft gelangen.

■ **Bodenversauerung:** Verkehr, Industrie, Haushalte und Landwirtschaft stossen grosse Mengen an Stickstoff- und Schwefelverbindungen aus, die früher oder später mit dem Regen in den Boden gelangen. Die dadurch hervorgerufene Versauerung des Bodens führt dazu, dass Nährstoffe ausgewaschen und Schadstoffe mobilisiert werden. Schadstoffe können so Trinkwasser verunreinigen.

Bodenschutz ist eine Aufgabe der gesamten Gesellschaft

Insgesamt ist festzustellen, dass langfristig die Verfügbarkeit der Bodenfunktionen in der Schweiz und weltweit in Frage gestellt ist. Ist Boden erst einmal geschädigt, kann er – wenn überhaupt – nur mit grossem technischem und finanziellem Aufwand wieder in den ursprünglichen Zustand versetzt werden. Die Erfolge, die man bei der Luft- und Wasserreinhaltung erzielt hat, lassen sich beim Bodenschutz nicht so einfach wiederholen, weil der Boden ein langes Gedächtnis hat und nicht kurzfristig erneuert wird.

Bodenschutz muss und wird bei der Diskussion um eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen eine zentrale Rolle spielen. Da alle Lebensbereiche Boden nutzen oder beeinträchtigen, gleichzeitig aber auch von seinen Funktionen profitieren, ist Bodenschutz eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe von Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Raumplanung, Wissenschaft und jedem Einzelnen. Alle müssen Verantwortung übernehmen.

Ziel ist es, die Bodenfunktionen und damit die Leistungsfähigkeit der Böden langfristig zu sichern. Dazu müssen die Bodennutzung und die Bodenfunktionen in Einklang gebracht werden. Gleichzeitig gilt es, die Verdichtung, die Erosion und die Belastung mit



Schadstoffen zu minimieren, die Bodenversiegelung zu drosseln, unnötige Bodenversiegelungen zu vermeiden und mit dem Bodenaushub beim Bau schonend umzugehen.

Fruchtbare Böden entstehen nicht von heute auf morgen, sondern während vielen Jahrtausenden. Eine einzige Baggerschaufel zerstört in Sekunden, was in menschlichen Massstäben eine Ewigkeit zur Entstehung benötigt hat. Geht Boden verloren, beeinträchtigt dies nicht nur unsere Lebensqualität, sondern schränkt auch diejenige künftiger Generationen ein.

Homo und Humus

Es ist wenig überraschend, dass die beiden lateinischen Wörter Homo und Humus die gleiche Sprachwurzel haben. Das eine bedeutet Mensch, das andere Erde. Unsere Vorfahren haben die Bedeutung des Bodens für den Menschen genau einzuordnen gewusst.

Durch unsere technisch geprägte Zivilisation haben wir uns von der direkten Erfahrung des Bodens entfernt. Unsere Wohlfahrt hängt heute jedoch genauso von intakten Böden ab wie früher. Es gilt deshalb, den Boden wieder wertzuschätzen. Er ist eine wahre Schatzkammer, die es zu hüten gilt.

Links

Nationales Forschungsprogramm «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68)

Das NFP 68 erarbeitet Grundlagen für politische Entscheidungsprozesse, die sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Funktionen des Bodens sinnvoll berücksichtigen und eine nachhaltige Nutzung der Ressource Boden in der Schweiz ermöglichen.

www.nfp68.ch

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU setzt sich dafür ein, dass alle Bodenfunktionen so erhalten bleiben, dass in der Schweiz langfristig für alle erforderlichen Nutzungen genügend Boden vorhanden ist.

www.bafu.admin.ch → Themen → Boden

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)

Das BLW setzt sich dafür ein, dass Bäuerinnen und Bauern nachhaltig und auf den Markt ausgerichtet qualitativ hochwertige Nahrungsmittel produzieren. Ziel ist eine multifunktionale Landwirtschaft.

www.blw.admin.ch → Themen → Nachhaltigkeit → Ökologie → Boden

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)

Das ARE ist die Fachbehörde des Bundes für Fragen der nachhaltigen räumlichen Entwicklung.

www.are.admin.ch

Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS)

Die BGS setzt sich auf verschiedenen Ebenen für den quantitativen und qualitativen Schutz des Bodens ein. Sie verbreitet und vertieft bodenkundliches Wissen, bietet aber auch Fachleuten aus Verwaltung, Forschung und Privatwirtschaft die Möglichkeit zum Dialog und fördert die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis.

www.soil.ch



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION