The World Foundation for Natural Science™
The New World Franciscan Scientific Endeavour of The New World Church
Restoring and Healing the World through Responsibility and Commitment in accord with Natural and Divine Law!
Fact Sheet
Böden
Juli 2015

Lebendige Böden sind die Grundlage für ein gesundes Leben

Von der dringenden Notwendigkeit, unsere Böden zu schützen und sie bei der Regeneration und dem Aufbau zu unterstützen

1 Boden – Mehr als nur der Halt unter unseren Füssen

In den letzten Jahrzehnten fristeten unsere Böden im Geiste der Menschen ein eher kümmerliches Dasein. Natürlich arbeiten Landwirte und Gärtner seit den Anfängen des Ackerbaus in der neolithischen Revolution[1] bis heute eng mit dieser äusserst wertvollen, nur wenige Zentimeter bis einige Dutzend Meter mächtigen obersten Schicht unseres Heimatplaneten zusammen. Der moderne, urbane Mensch aber erlebt in der Regel einen von seiner tatsächlichen Lebensgrundlage völlig abgekoppelten Alltag. Der einzige Kontakt, den die Mehrheit der Menschen in den entwickelten Staaten mit diesem höchst wertvollen, lebenswichtigen und faszinierenden Teil der Erde pflegt, beschränkt sich heute auf die Nutzung als Baugrund für Wohn- und Arbeitsstätten sowie Verkehrsinfrastruktur. Selten spürt der westliche Mensch den Boden physisch, meistens ist er von ihm durch Gummi (Schuhsohlen, Pneus) oder Beton getrennt. Glücklich können sich jene schätzen, die sich ihre Lebensmittel im eigenen Garten ziehen oder guten Kontakt zu „ihrem" Bauern zu pflegen vermögen, also wissen, woher die Produkte stammen, die sie verzehren, welche Anforderungen an Standort, Klima und Wetter sowie Nährstoffen die Pflanze hat und welche Arbeit und Pflege hinter jedem Bissen steckt. Solches Wissen fördert die Wertschätzung unserer Lebensmittel und der Grundlage, auf der sie wachsen, dem Boden. Leider verhindert die gängige Art der Nahrungsbeschaffung die Möglichkeit einer Rückverbindung mit der Quelle unserer Lebensmittel. **Industriell gefertigte, mit Konservierungs-, Aroma- und Farbstoffen versehene, bestrahlte, mehrfach verpackte und ihrer Ursprünglichkeit beraubte Waren, präsentiert in klinisch reinem Umfeld auf meterhohen Regalen, gaukeln dem Konsumenten eine Abkoppelung von Mutter Erde vor und berauben die Lebensmittel ihrer ursprünglichen Lebenskraft** (z.B. in DÄNZER 2014; DAHLKE 2015). Durch diese Trennung vergessen wir, welche für uns und das Geoökosystem wichtigen Funktionen der Boden übernimmt, ja sogar welche Kraft er uns verleiht, wenn wir uns mit all unseren Sinnen auf das Medium Boden einlassen.

Tipp

Verbinden Sie sich mit Mutter Erde! Nehmen Sie eine Handvoll gesunden Boden, atmen Sie den frischen Duft ein, zerreiben Sie feuchte Erdkrümel zwischen Ihren Fingern, gehen Sie barfuss auf dem Boden, legen Sie sich flach hin und spüren Sie die Entspannung, die sich sofort einstellt. Sie werden sehen, Sie kehren voller Energie und einem Lächeln im Gesicht zu Ihrem Tagwerk zurück!

Vom Zustand der Böden hängt unsere Zukunft ab: Zu diesem Schluss ist auch die 69. UN-Generalversammlung 2014 gelangt, als sie das Jahr 2015 zum „Internationalen Jahr der Böden" (International Year of Soils, IYS) ausgerufen hat. (FAO 2015, Ziele IYS siehe Kasten)

Es ist dringend nötig, dass das Thema Boden in den Köpfen der Menschen aus dem Dornröschenschlaf erwacht und wir merken, dass nur ein sorgsamer Umgang mit den Böden die Erde nachhaltig zu schützen vermag.

Ziel dieses Fact Sheet ist es, aufzuzeigen, was den Boden tatsächlich ausmacht und welche Funktionen er übernimmt, in welchem Zustand

[1] Neolithische Revolution (aus dem Griech. = jungsteinzeitliche Revolution) bezeichnet den Übergang vom Jagen und Sammeln der Altsteinzeit zu Pflanzenanbau und Viehzucht in der Jungsteinzeit. Mit dem gezielten Anbau von Pflanzen und der Zucht von (Haus-)Tieren lebte der Mensch nicht mehr nur von dem, was er in der Natur vorfand, sondern er griff selbst in die Natur ein und veränderte sie. Aus umherziehenden Jägern und Sammlern wurden sesshafte Bauern. (KOCH & FLEITER 2012)

sich unsere Böden befinden, wie es dazu gekommen ist und wie die Menschheit in Zusammenarbeit mit der Natur die Böden wieder in ein Gleichgewicht bringen kann. So soll der vorliegende Text zwar aufrütteln, aber auch Hoffnung machen und vor allem zu „bodenständigen", den Boden und sein Leben wertschätzende und fördernde Taten animieren.

2 Boden – Dynamik im Zentrum des Geoökosystems

Im Boden verbindet sich die organische mit der mineralischen Welt. Bodenlebewesen übernehmen in dieser Mittlerfunktion eine wichtige Rolle. Das Leben im Boden macht ihn höchst dynamisch und doch befindet sich der gesunde Boden in einem stabilen Gleichgewichtszustand. In lokalen und globalen Stoffkreisläufen nimmt der Boden eine Schlüsselstellung ein; warum das so ist, wird im Folgenden dargestellt.

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

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ 2015

2.1 Kritische Zone der Erde

Wer sich mit der Pedologie[2] befasst, realisiert schnell, dass systemisches und vernetztes Denken gefordert ist: **Alles auf diesem Planeten ist miteinander verbunden – mittendrin steht der Boden!** Wie ist das zu verstehen?

Im Geosphärenmodell (Abbildung 2-1) wird die Geosphäre als Summe der Faktoren und Elemente gesehen, durch die die Erdoberfläche aufgebaut, strukturiert und beeinflusst wird. (WEICHHART 1975; GERNANDT 2007)

Üblicherweise werden der Geosphäre heute folgende Teilbereiche zugesprochen: Lithosphäre (Muttergestein), Hydrosphäre (Wasser), Atmosphäre (Luft) und Biosphäre (Flora und Fauna).

Ziele der FAO zum Internationalen Jahr der Böden 2015 (IYS)

- Bei Zivilbevölkerung und Entscheidungsträgern das Bewusstsein fördern, wie eminent wichtig die Böden für das menschliche Leben sind.
- Informieren der Öffentlichkeit über die entscheidende Rolle, die der Boden in Ernährungssicherheit, bei der Adaption an ein verändertes Klima sowie der Linderung der Folgen des Klimawandels, bei Aufrechterhaltung essentieller Ökosystemfunktionen, beim Abbau der Armut und in nachhaltiger Entwicklung spielt.

Der Geograf Eichler (1993) versteht die Geosphäre als zusammenhängendes Ganzes, in dem die drei Wirkungsbereiche des Anorganischen, des Biotischen und des Geistigen (Noosphäre) sich durchdringen, miteinander verschmelzen und in ihrer Integration die komplexe Einheit der realen Wirklichkeit des dem irdischen Leben erfahrbaren Raumes ergeben. Der Mensch (Anthroposphäre) als Teil der Biosphäre erschafft zudem die Technosphäre (EICHLER 1993), welche heute bedeutenden Einfluss auf die Bodenstruktur und –qualität der meisten intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen hat.

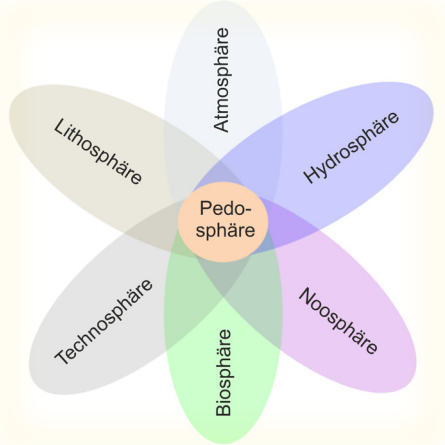


Abbildung 2-1: Geosphärenmodell

Im Zentrum des Geosphärenmodells steht als alles verbindendes Glied der Boden, die sogenannte „Pedosphäre". Der Boden ist die kritische Zone der Erde („CRITICAL ZONE", XYLANDER 2012), in der diverse, für das Leben auf der Erde essentielle Interaktionen zwischen den oben genannten Sphären stattfinden. Diese Verbindungen sowie die bodenbildenden Faktoren Muttergestein, Klima, Vegetation, Bodenleben, Relief, Zeit und der Mensch sind in Abbildung 2-2 dargestellt.

2.1.1 Lithosphäre

Die Lithosphäre ist die äusserste Gesteinshülle der Erde. **Als Muttergestein** (vgl. Abbildung 2-7) **nährt die Lithosphäre den Boden, indem sie durch Verwitterungsprozesse die mineralischen Bestandteile bereitstellt.** Sie bestimmt so die Bodenchemie (z.B. pH, Pufferkapazität) und teilweise Bodenphysik (Porenvolumen, Wasserhaltefähigkeit, Bodenfeuchte) eines Lebensraumes. Diese Bodeneigenschaften und –struktur wiederum wirken sich entscheidend auf die Lebensgemeinschaften der Bodentiere aus, welche umgekehrt für die Verwitterung von lithogenem Material und der Zurverfügungstellung der Nährstoffe zuständig sind. (XYLANDER 2012)

Neben der Bereitstellung von Mineralien spielt die Lithosphäre auch in Bezug auf die Speicherfähigkeit der Pflanzennährstoffe eine Rolle. Für einen fruchtbaren Boden ist ein gewisser Anteil an ***Tonmineralien*** nötig, denn Tonmineralien haben die Eigenschaft, geladene Teilchen zu binden bzw. auszutauschen (EITEL 2001).

2.1.2 Hydrosphäre

Die Hydrosphäre ist die Wasserhülle der Erde. Sie enthält die in Ozeanen, Seen, Fliessgewässern und Böden (als Bodeneis, Grundwasser und Bodenfeuchte) gespeicherten Wasservorräte unseres Planeten. **Mit rund 30 % Volumenanteil am Gesamtsüsswasservorkommen spielt das in den Böden gespeicherte Wasser eine wichtige Rolle in der globalen Wasserversorgung** (vgl. Abbildung 2-3). In einem

[2] (= Bodenkunde). Die Pedologie ist die Wissenschaft von den Eigenschaften und Funktionen sowie der Entwicklung und Verbreitung der Böden. Sie befasst sich mit den Möglichkeiten der Nutzung von Böden und mit den Gefahren, die mit ihrer Fehlnutzung durch den Menschen zusammenhängen sowie mit der Vermeidung und der Behebung von Bodenbelastungen. (SCHEFFER & SCHACHTSCHNABEL 2010)

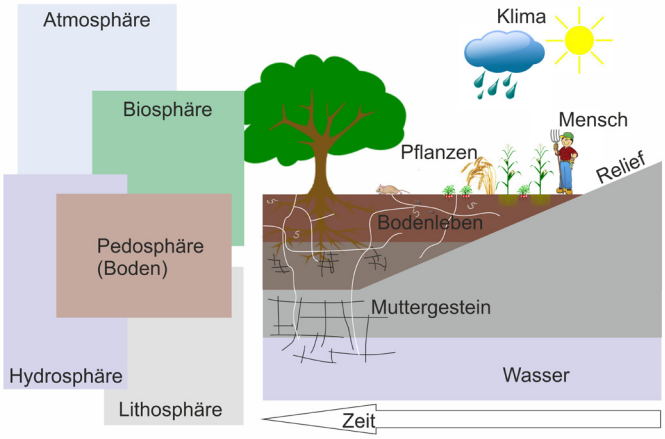


Abbildung 2-2: Bodenbildende und -steuernde Faktoren mit Geosphärenmodell.

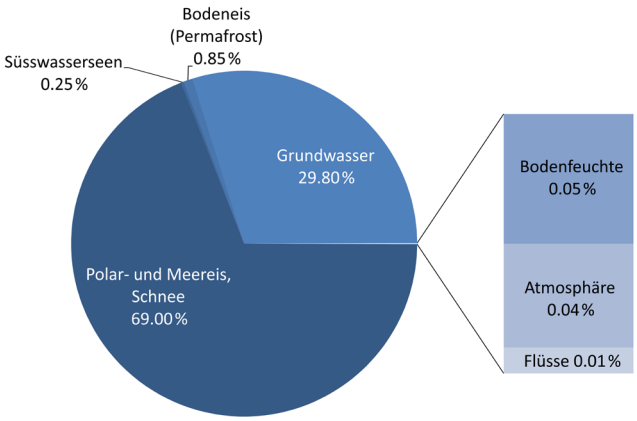


Abbildung 2-3: Süsswasservorräte der Erde (nach XYLANDER 2012).

Teil seiner miteinander in Verbindung stehenden Leerräume (Bodenporen) speichert der Boden das Bodenwasser. Dies wird erst durch die feinporöse Struktur des Bodens und die speziellen Eigenschaften von Wasser ermöglicht. **In den feinen Bodenporen sorgt die hohe Oberflächenspannung zwischen Wasser und Luft dafür, dass Wasser auch gegen die Schwerkraft in den Bodenporen wie in einem Schwamm gehalten wird** (UFZ 2011). Deborah Koons Garcia (2014) zeigt zudem in ihrem Film „Symphony of the Soil" anschaulich, dass auch Humusgehalt[3] und Streustoffe[4] bei der Fähigkeit des Bodens, Wasser zu halten, eine wichtige Rolle spielen.

Ist ein gesunder Boden wassergesättigt, sickert das Wasser weiter, wo es sich als durch den Boden gefiltertes Grundwasser ansammelt. Verdichtete Böden, Böden ohne Humusanteile, Streuschicht oder solche in Monokulturen haben eine verminderte Wasseraufnahmefähigkeit (NACH KOONS GARCIA 2014). Vor allem das Fehlen von Hecken und Bäumen wirkt sich diesbezüglich sehr nachteilig aus. Gerade in der hügeligen Voralpenlandschaft der Schweiz kann beobachtet werden, wie die Erdrutschtätigkeit in ungesicherten, also hecken- und baumlosen Hängen Landwirtschaftsland zerstört, aber auch Siedlungen und Infrastrukturen bedroht.

Industrielle Bodenbearbeitung lässt das eine günstige Bodenstruktur aufbauende Leben im Boden verschwinden, was zur Folge hat, dass bei starken Regenfällen das Wasser nur oberflächig wegfliessen kann – und den wertvollen Oberboden erodiert. Diese Situation tritt in der Regel auf zu einseitig bewirtschafteten Fruchtfolgeflächen auf, wo vor allem zu viel und oft Mais angebaut wird. Dadurch wird dem Boden Humus entzogen, welcher als Bindemittel agiert. Er ist nun sehr erosionsanfällig, sei es durch Wasser oder Wind. Jährlich verlieren wir dadurch weltweit Boden in der Grösse Bulgariens (UBA 2013). Das Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS/Potsdam) schätzt diesen Verlust auf 24 Milliarden Tonnen pro Jahr. (WESER-KURIER 2013)

2.1.3 Atmosphäre

Die Atmosphäre ist die Lufthülle der Erde. Vor allem ihre unterste Schicht, die Troposphäre, in der sich das Wetter abspielt, ist für die Böden von grosser Bedeutung. So bestimmen die Wetterlagen das Niederschlags- und Temperaturregime, sowie die Sonneneinstrahlung eines Ortes. Das daraus resultierende Regionalklima beeinflusst die Aktivität der Bodenorganismen, welche umgekehrt durch die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und die Abgabe von Kohlenstoffdioxid (CO_2) in die Bodenporen und dann in die Atmosphäre, selber wieder klimawirksam sind (XYLANDER 2012). 10-20 % des Bodenvolumens – nur bezogen auf den Luftgehalt ausserhalb der Bodenkrümel – sind bei einem durchlüfteten Boden mit Luft gefüllt, der Sauerstoffanteil (O_2) in der Luft beträgt 21 %[5].

Für eine optimale Verteilung der Luft im Boden sind Bodenporen nötig, vor allem jene, die im Boden senkrecht verlaufen. Bodentiere, Pflanzenwurzeln und die Mehrheit der Mikroorganismen im Boden veratmen den Sauerstoff, um Energie zu gewinnen und geben CO_2 an die Luft ab. Wurzeln und Mikroorganismen haben in etwa denselben hohen Bedarf an Sauerstoff, Bodentiere einen vergleichsweise kleinen. (WALTER 2005)

Wenn durch Überschwemmung oder Staunässe verdichtete Böden zu wenig Sauerstoff haben, kommt die Pflanze in Stress und reagiert unmittelbar. Oft reichen schon relativ kurze Phasen mit Sauerstoffmangel aus, um die physiologischen Prozesse einer Pflanze negativ zu beeinflussen. (WALTER 2005)

Die für den Bodenaufbau so wichtigen aeroben[6] Bodenorganismen sind auf den Sauerstoff in den Leerräumen im Boden, den Bodenporen angewiesen. Fehlen die Bodenporen, kann der Boden keinen Sauerstoff speichern, dann ist kein Bodenleben möglich und dem Boden fehlt die Fruchtbarkeit! (vgl. 2.1.4 Biosphäre)

Böden sind als Umschlagsort von CO_2 (Kohlenstoffdioxid) für den Klimawandel relevant, denn sie sind der grösste terrestrische[7] Kohlenstoffspeicher. In der Schweiz enthalten sie rund acht-

[3] Humus: Siehe Kapitel 2.3 Steuerelement Humus
[4] Streustoffe: Nicht oder nur schwach umgewandelte tote organische Substanz, deren Gewebestrukturen grösstenteils noch morphologisch erkennbar sind. (SCHEFFER & SCHACHTSCHNABEL 2010)
[5] In einem Boden mit schöner Krümelstruktur überwiegt der aerob dominierte Bodenraum jedoch bei Weitem, da im gesunden Krümel der aerobe Zustand vorherrscht.
[6] Aerob: Auf Sauerstoff aus der Luft angewiesen (DUDEN 2015). Vgl. auch Kasten weiter hinten „Gesund dank aeroben Bedingungen".
[7] Terrestrisch: die Erde betreffend. Hier als Gegensatz zu marin (auf das Meer bezogen) gemeint.

mal mehr Kohlenstoff als die Luft (HAGENDORN 2003). Im Gegensatz zum Boden, der ein über einen langen Zeitraum stabiler Kohlenstoffspeicher ist, sind Kohlenstoffsenken dynamisch und können bei grösserem Angebot auch mehr Kohlenstoff aufnehmen. Deshalb ist das Potential von Böden als Kohlenstoffsenken Gegenstand von aktuellen Forschungen (SCHRUMPF & TRUMBORE 2012; HAGENDORN 2015). Die Wechselbeziehungen zwischen Vegetation, Klima, Bodenorganismen und Bodeneigenschaften (wie die Verfügbarkeit von Wasser und Nährstoffen) sind höchst mannigfaltig, und Prognosen dementsprechend schwierig. Untersuchungen von Hagendorn (2003) deuten darauf hin, dass Böden, die in ihrer Natürlichkeit gestört werden, sogar zu Kohlenstoffquellen werden, da die Mikroorganismen den zuvor lange unerreichbaren Humus nun verarbeiten können und CO_2 abgeben.

Des Weiteren zeigt das Beispiel der Stickstoff-Reduktion ebenso eindrücklich, wie die Prozesse im Boden mit der Atmosphäre und damit auch mit dem ganzen Leben auf unserem Planeten verbunden sind: Nur Bakterien, und vor allem die im Boden lebenden, sind fähig, den Stickstoff aus der Luft zu Aminostickstoff zu reduzieren und damit die Synthese von Proteinen zu ermöglichen. Ohne ihre Arbeit wäre Stickstoff lediglich ein Bestandteil der Luft und es gäbe keine Proteine (MUNCH 2012).

2.1.4 Biosphäre

Die Biosphäre umfasst den Lebensraum der Pflanzen und Tiere, inklusive der Mikroorganismen. Dem Menschen als Teil der Biosphäre wird eine eigene Sphäre zugeordnet: die Anthroposphäre (diese wird in Kapitel 2.2 und Kapitel 3 eingehend behandelt).

Boden und Biosphäre sind ineinander verwoben. **Ohne Boden wäre Leben auf unserem Planeten kaum möglich und ohne organisches Leben gibt es keinen Boden.** Denn *„alles, was der Boden ist oder werden kann, hängt von diesem organischen Leben ab“*, wie es der Pflanzenbiochemiker L. Wynd bereits 1952 in seinem Artikel „Feed the soil!“ formuliert hat (ZIT. IN FRANCÉ-HARRAR 2011). Abbildung 2-4 zeigt die Aufteilung der organischen Substanz im Boden in den lebenden Anteil (Bodenorganismen bzw. Edaphon) und den abgestorbenen Anteil (Streu und Humus). Die Bodenorganismen betreiben sozusagen eine „Recycling-Stelle“ vor Ort und sind zuständig für die Gewährleistung des Ab- und Aufbauprozesses. Von diesem erstaunlichen Reinigungs- und Aufbereitungsprozess berichtet auch der Film Dirt! (2009). In den obersten Bodenschichten leisten vor allem Mikroorganismen (Bakterien und Pilze) eine unglaubliche Arbeit, indem sie über ihre Enzyme in der Lage sind, Stoffe wie zum Beispiel Zellulose und Lignin (verholzte Bestandteile) abzubauen, die von höheren Organismen kaum aufspaltbar sind.

Ein idealer Boden braucht das ideale biologische Ausgleichsverhältnis (Abbildung 2-5), **um seine selbstreinigenden und nährstoffbildenden Funktionen aufrechterhalten zu können.** Ist das Verhältnis der Bodenorganismen untereinander im Gleichgewicht, ist eine gesunde Humusbildung in Gang und der Boden funktionell ausgeglichen. **Im idealen Boden ist das Bodenleben ständig um Ausgleich bemüht und stellt so ein Optimum, also einen harmonischen Zustand her.** Im Jahre 1959 hat die Bodenforscherin Francé-Harrar (ZIT. IN FRANCÉ-HARRAR 2011) festgehalten, dass das beliebige Zuführen von Knöllchenbakterien oder anderen stickstoffsammelnden Bakterien dieses Optimum stört und sie in kurzer Zeit wieder verschwunden sein werden. Denn Maximum und Minimum be-

Spatenprobe und Bodenkrümel

Der erste Schritt bei der Bodenbeurteilung ist immer die Spatenprobe. Es ist sofort zu erkennen, ob der Boden eine schöne Krümelstruktur vorweist. Ein Bodenkrümel vereint Humus, Mikroleben und Tonmineralien. Seine Oberfläche darf nicht dicht oder durch Gülle verklebt sein, sondern muss luftdurchlässig sein, damit die sauerstoffliebenden Mikroorganismen in ihm leben können. Ist der Boden starr, fühlt er sich schmierig an (zu hoher Tongehalt), oder zerfällt er wie Staub und rieselt durch die Finger, fehlt der Krümel. Das stabile Krümelgefüge trägt dazu bei, dass der Boden bei Nässe weniger verschlämmt, leichter bearbeitbar ist und Nährstoffe und Wasser besser speichern kann.

Auch auf den Geruch kann bei der Spatenprobe geachtet werden: Ein gesunder Boden riecht nicht modrig oder faulig, sondern frisch und erdig, einfach richtig gut.

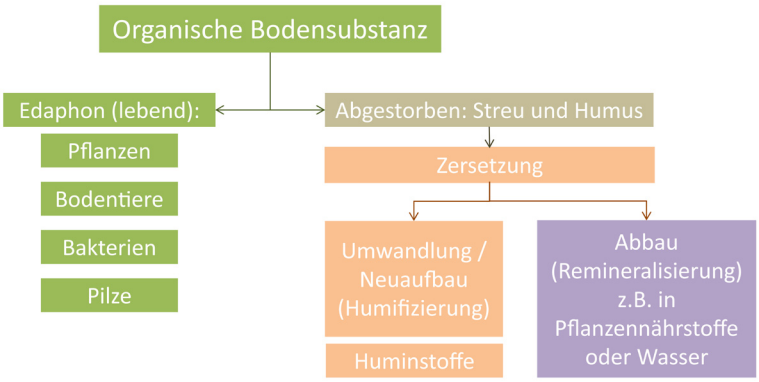


Abbildung 2-4: Zusammenstellung und Unterscheidung der wichtigsten organischen Substanzen im Boden (nach GERNANDT 2007)

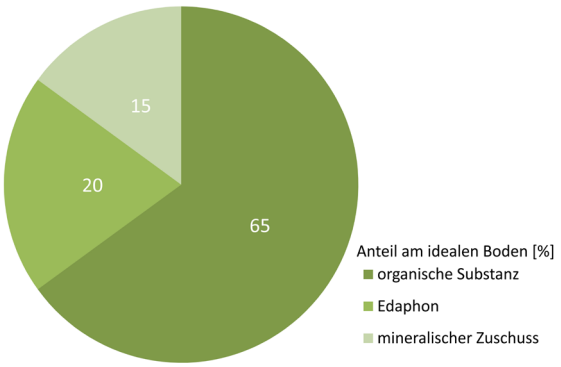


Abbildung 2-5: Ideales biologisches Ausgleichsverhältnis im Boden (nach R.H. FRANCÉ, ZIT. IN FRANCÉ-HARRAR 2011)

deuten im Bodenleben stets eine Störung, die im natürlichen System möglichst rasch ausgeglichen wird. Aktuelle Forschungen zeigen allerdings, dass bei den heute viel stärker ausgelaugten, verarmten Böden durch Gründüngung zugeführte Knöllchenbakterien eine positive Änderung bewirken können (LÜBKE-HILDEBRANDT 2015).

Grössere Bodenlebewesen, die Bodentiere, spielen ebenfalls eine wichtige Rolle: Sie zerkleinern mechanisch das organische Material, welches in ihrem Darmtrakt durch Enzyme aufgeschlossen wird. Nach der Ausscheidung ist es dann für die weitere Umwandlung durch Mikroorganismen ideal aufbereitet. **Erst die Symbiosen[8] der Bodentiere mit ihren unterschiedlichen Spezialisierungen und ihre hohe Anzahl gewährleisten den Abbauprozess im Boden.** (XYLANDER 2012)

„Unter 1 m² Waldboden eines mitteleuropäischen Buchenwaldes leben mehr Bodenorganismen als Menschen auf der Erde!"
Hohberg & Xylander 2004, in: XYLANDER 2012

Regenwürmer sind „Baumeister von fruchtbaren Böden". Bei maximal acht Kokons pro Tier und einer Lebenserwartung von fünf bis acht Jahren vermehren sich Regenwürmer eher langsam. Sie durchmischen organische Substanz, mineralische Bodenteilchen, Mikroorganismen und ihre eigenen Schleimabsonderungen intensiv, wodurch sie Bodenkrümel bilden. (FIBL 2013)

Die Entwicklung einer stabilen Krümelstruktur im Boden hängt aber davon ab, ob die richtigen Bodenorganismen den Darmtrakt des Wurmes passieren (LÜBKE-HILDEBRANDT 2015). **In Zusammenarbeit mit den richtigen Bodenbakterien vermag der Wurm die Bodenkrümelstruktur zu verbessern.** Gemäss FIBL (2013) sind Böden mit vielen Würmern in der Regel gut durchlüftet und können bei Starkregen 4- bis 10-mal so viel Wasser aufnehmen wie Böden mit nur wenigen Würmern. Diese Aussage behält aber nur dann ihre Gültigkeit, wenn die Würmer in Zusammenarbeit mit den richtigen Mikroorganismen gute Krümel bilden, welche sich zu einem Krümelgeflecht verbinden können. Ist dies nicht der Fall, können sich im Boden Wurm- oder Mäusegänge zu Kanalsystemen ausbilden, in denen das Wasser nicht gehalten wird, sondern rasch abfliesst.

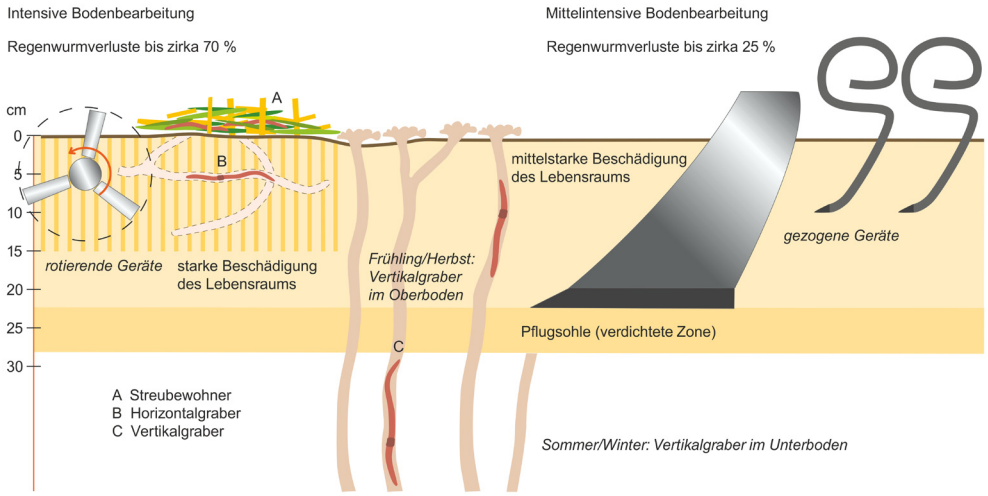


Abbildung 2-6: Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf die Regenwürmer (FIBL 2013)

Gemeinsam mit den Mikroorganismen sind Regenwürmer wertvolle Bodendurchlüfter, Schützer vor Erosion, Bodendurchmischer und Bodenfruchtbarmacher – so ist es wichtig, auf eine Regenwurm schonende Bodenbearbeitung zu achten. Einige Hinweise dazu sind in Abbildung 2-6 dargestellt.

Betrachtet man ein Stück Boden unter dem Mikroskop wird einem sehr rasch bewusst, welche Fülle an Leben hier vorkommt, was durch die Zahlen in Tabelle 2-1 verdeutlicht werden soll.

Jene Zusammenstellung unterstreicht die Aussage, die L. Wynd bereits 1952 gemacht hat: ***„Der Boden lebt, er lebt wirklich, buchstäblich. Ein Boden ist kein Boden, wenn er nicht lebt."*** Der Landwirt, der Augen dafür hat, zu erkennen, dass der lebendige Teil des Bodens nur ein paar Zoll tief ist, erschauert, wenn er zusehen muss, wie schlammige Rinnsale diese lebendige Schicht wegschwemmen. (WYND 1952. ZIT. IN FRANCÉ-HARRAR 2011)

2.2 Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Einzelteile

Betrachtet man ein hoch komplexes System wie den Boden, ist es zum besseren Verständnis der verschiedenen darin ablaufenden Prozesse und Vernetzungen hilfreich, es in seine (soweit) bekannten Einzelteile aufzugliedern. Dies wurde mit Hilfe des oben vorgestellten Geosphärenmodells gemacht. Dabei muss uns bewusst sein, dass hier nur einige wenige Prozesse und Zusammenhänge angesprochen wurden – und, wohl noch wichtiger, dass gemäss Aristoteles' Erkenntnis (384 v.Chr. - 322 v.Chr.) „das Ganze mehr ist als die Summe seiner Einzelteile". **Bei allen Betrachtungen von natürlichen Abläufen und somit auch bei den hier gemachten bodenkundlichen ist es wichtig, vom Kleinen aufzublicken**

10'000'000'000'000	Bakterien
1'000'000'000'000	Strahlenpilze
10'000'000'000	Pilze
10'000'000	Algen
10'000'000	Einzeller
500'000	Fadenwürmer
5'000	Milben
5'000	Springschwänze
2'000	Weisswürmer
10	Tausendfüssler
10	Schnecken, Asseln, Spinnen
5	Regenwürmer
0.001	Kleinsäuger

Tabelle 2-1: Häufigkeiten verschiedener Bodentiergruppen unter zwei Füssen (Schuhgrösse 42) in Wäldern Mitteleuropas (Hohberg & Xylander 2004, in: XYLANDER 2012)

[8] Symbiose: Das Zusammenleben von Lebewesen verschiedener Art zu gegenseitigem Nutzen. (DUDEN 2015)

und zu versuchen, das grosse Ganze, von dem der Mensch ebenfalls Teil ist, zu erkennen. Dies impliziert, dass wir als „System Mensch“ ganzheitlich an die Fragestellung herangehen und alle Ebenen des menschlichen Seins bei der Forschung miteinbeziehen sollen. Unser Intellekt muss sinnvoll eingesetzt werden, was nur unter der Führung unseres Höheren Bewusstseins, in Verbindung mit dem Göttlichen, möglich ist. Unter dieser Betrachtungsweise kann die durch Eichler (1993) ins Geosphärenmodell eingefügte Noosphäre, die Sphäre des Geistigen, durch welche alles Leben miteinander verbunden ist, neu diskutiert werden. Unser Bewusstsein drückt sich durch unsere Taten aus. Heute ist es mit quantenphysikalischen Experimenten zudem belegt, dass der Mensch mit seinem Bewusstsein (geistige Ebene) das Verhalten von Elektronen beeinflusst. Nur schon die Beobachtung eines Experiments durch den Forscher beeinflusst die Wirklichkeit. **Die Welt wird durch unser Bewusstsein geprägt** (MANDRIN & DREYER 2002).

Unser Ziel sollte es demnach sein, achtsam mit unseren Gedanken und Gefühlen umzugehen und entsprechend zu handeln. **Wenn dem Menschen nicht bewusst ist, dass er Teil der Natur, also des Ganzen ist und ihm infolgedessen die Verbundenheit zum Ganzen fehlt, fühlt er sich auf sich selbst gestellt, was zu Angst und mangelndem Vertrauen ins Leben führt.** Fehlt das Vertrauen in die funktionierenden Kreisläufe der Natur, in unserem Beispiel denjenigen des Bodens, wird oft einseitig in die darin stattfindenden Abläufe eingegriffen. So treibt im täglichen „Überlebenskampf“ die Angst viele Menschen dazu, den Boden nicht mehr als ganzheitliches System anzuschauen und zu behandeln. Als Folge beeinträchtigen sie die natürlichen Kreisläufe und Symbiosen im Boden, indem sie ihn einseitig mit Kunstdünger behandeln, das Leben mit Pestiziden abtöten und mit zu grossen Maschinen das empfindliche Gefüge zerstören. Dadurch beutet der Mensch die Böden aus, anstatt sie in Zusammenarbeit mit der Natur aufzubauen und fruchtbar zu machen. Dass aber genau das möglich ist, nämlich Böden zu regenerieren und zu verbessern, zeigen Menschen, die im Film „Voices of Transition“ portraitiert werden (vgl. Kasten zum Film).

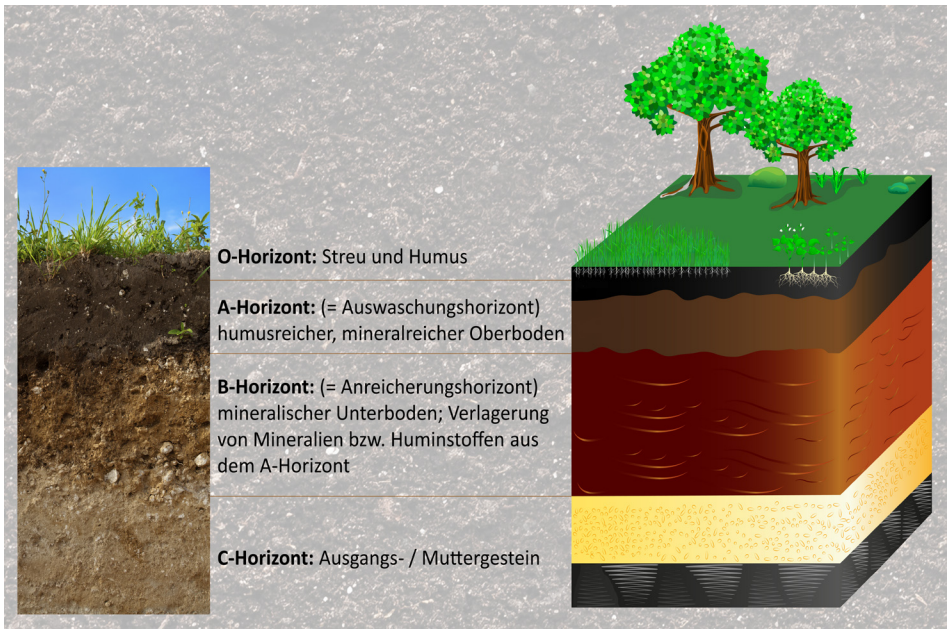


Abbildung 2-7: Bodenprofil mit Bodenhorizonten (NACH GERNANDT 2007)

2.3 Steuerelement Humus

Wollen wir das Thema Bodenfruchtbarkeit ganzheitlich angehen, müssen wir uns mit dem Humus beschäftigen. Im Humus sind alle oben genannten Geosphären vereint, hier finden wir die von Aristoteles genannte Summe und mehr.

Wie wir in Kapitel 2.1.4 gezeigt haben, ist ein fruchtbarer, gesunder Boden vom optimalen Mischungsverhältnis und der Aktivität des Bodenlebens abhängig. Die Hauptsache der lebenswichtigen Bodenprozesse finden im heute meist wenig Zentimeter mächtigen (A-Horizont, vgl. Abbildung 2-7: Bodenprofil mit Bodenhorizonten) statt. Bindeglied zwischen den beiden „Welten“, der mineralogischen und der organischen, ist der belebte Humus.

Ob ein Boden lebt, also fruchtbar ist, hängt vom mikrobiellen Bodenleben ab. Dieses muss mit organischer Substanz „gefüttert“ werden, weshalb es nur in einem humusreichen Boden leben und sich vermehren kann. **Ziel eines jeden Landwirten und Gärtners sollte es also sein, den Aufbau von solch lebendem Humus in seinem Boden zu fördern. In Zusammenarbeit mit der Natur ist es möglich, dass der Mensch den heute noch vorhandenen Boden nicht nur erhält, sondern wieder aufbaut.** Lübke-Hildebrandt (2015) zeigen Böden aus dem Humus Forschungsprojekt „Schweizerhof“ in Österreich, welche nach nur sechs Jahren über 30 Zentimeter mächtige, humusreiche Oberböden (A-Horizont) aufweisen.

Was ist Humus? In den meisten Lehrbüchern (z.B. in SCHEFFER & SCHACHTSCHNABEL 2010; GERNANDT 2007 in Abb. 2-4) wird Humus als abgestorbene, zersetzte Biomasse definiert, welche pflanzlicher oder tierischer Herkunft sein kann. Der Zersetzungsprozess bereitet die Biomasse durch Mineralisierung und Humifizierung[9] so auf, dass die Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor und diverse Mineralien) für die Pflanze zugänglich werden. Dieser Prozess kann nur unter aeroben Bedingungen ablaufen (Spektrum 2000). Angela Lübke-Hildebrandt (2015) umschreibt Humus sehr umfassend und zeigt, dass rund um den Humus noch vieles unerforscht ist. Einige Punkte ihrer Beschreibung von Humus sind hier aufgeführt:

[9] Mineralisierung: Umwandlung von abgestorbener organischer Substanz in anorganische Bestandteile (Stickstoff, Mineralien, etc.) durch Mikrobakterien im Boden. Die Humifizierung läuft im Allgemeinen in Kombination mit einer Mineralisierung ab und meint die Umwandlung von sehr schwer zersetzbarer organischer Substanz in Huminstoffe. (SPEKTRUM 2000)

Humus ist…

- **ein Wunderwerk des Lebens.**
- der Mediator zwischen der organischen und mineralischen Welt.
- eine Verbindung aus organischen und mineralischen Teilchen, welche sich in einem stabilen Zustand, und gleichzeitig in einem dynamischen Prozess befinden (vgl. Abbildung 2-9).
- zusammengesetzt aus Substanzen und Mikroorganismen, die in ihrer Gesamtheit eine förderliche Wirkung auf das Leben im Allgemeinen, als auch auf die Entwicklung und das Wachstum der Bodenorganismen und Pflanzen im Speziellen haben.
- die Grundlage der globalen Reinigungsfunktion des Bodens.

Humusbildung ist ein aufbauender Prozess, denn bei der Humusbildung wird vormals lebendiges Material mit Hilfe der Mikroorganismen verwandelt, gereinigt und zu neuem Humus verbunden. Huminstoffe haben eine grosse Kationenbindekraft, das heisst, sie können Nährstoffe an sich binden und so ein Auswaschen verhindern (SPEKTRUM 2000). Gemeinsam mit den Tonmineralien bilden sie Ton-Humuskomplexe und ermöglichen die Speicherung von Nährstoffen im Boden (NACH SCHEFFER & SCHACHTSCHNABEL 2010). Bei der Beurteilung von Böden unterscheiden Lübke-Hildebrandt (2015) zwischen dem Anteil an Rohorganik und Humus im Boden. Rohorganik muss vom Boden, also von den Bodenlebewesen zuerst „verdaut", das heisst in Humus umgewandelt werden. Erst dann können die Pflanzenwurzeln in Symbiose mit Bakterien und Pilzen die Nährstoffe aus dem Humus aufnehmen. Die Umwandlung von Rohorganik zu Humus geschieht in drei Schritten und ist in Abbildung 2-8 dargestellt. Die Einbindung der Nährstoffe in den Dauerhumus verhindert den Nährstoffverlust an Luft oder Gewässer. Allerdings können die Nährstoffe nur aus dem Nährhumus heraus freigesetzt werden. Es ist also nötig, im Boden ein „dynamisches Gleichgewicht", wie in Abbildung 2-9 dargestellt, herzustellen. Die richtige Kompostierung will und soll das Stadium des Nährhumus erreichen. Die Bildung von Dauerhumus hingegen soll im Boden

Gesund dank Aeroben Bedingungen

Aerobe Bedingungen sind die Voraussetzung für gesunde Böden. Aerobe Prozesse benötigen Sauerstoff, anaerobe Prozesse laufen nur unter Sauerstoffabschluss ab. Anaerobe Prozesse sind Gär- oder Fäulnisprozesse. Beide Prozesse haben in der Natur ihre Berechtigung. Im Oberboden wie auch im fast ganzen Bereich des Bodenkrümels sollten aber vorwiegend aerobe Bedingungen herrschen. Mit zunehmender Tiefe im Unterboden und in einem geringen Bereich im Bodenkrümel sind anaerobe Bedingungen ebenfalls natürlich. Pathogene (krankmachende Keime) allerdings können nur im anaerob dominierten Bereich überleben, humusbildende Mikroorganismen hingegen überleben nur im aerob dominierten Bereich (HILDEBRANDT-LÜBKE 2015). Ein kranker Boden kann Krankheitserreger auf die Pflanze und den Menschen übertragen. Ein gesunder Boden ist gut mit Sauerstoff versorgt. Im gesunden Boden halten die aeroben Mikroben die (anaeroben) Pathogene in Schach, wodurch letztere dem System nicht wirklich schaden können.

Sauerstoff ist eine essentielle Notwendigkeit für das Leben. Die komplexe Struktur und die vielfältigen Aufgaben und Funktionen der lebenden Zellen können nur unter ständigem Energieaufwand aufrechterhalten werden. Energielieferanten sind das Sonnenlicht und der Zucker. Im Prozess der Photosynthese wandelt die Pflanze tagsüber mit Hilfe des Sonnenlichtes Kohlenstoffdioxid (CO_2) in Zucker und Stärke um. Der Zucker und die Stärke, die die Pflanze tagsüber gespeichert hat, verarbeitet sie nachts, indem sie Sauerstoff (O_2) aufnimmt. Nun kann sie den Zucker in Energie umwandeln, die sie zum Wachstum und Erhalten ihrer Struktur benötigt. Während dieser sogenannten Zellatmung gibt die Pflanze während der Nacht CO_2 und Wasser (H_2O) an die Luft ab. Auch die Wurzeln einer Pflanze müssen atmen können. Herrscht im Boden Sauerstoffmangel, wechselt die Wurzel von aerober Atmung zu anaerober Atmung, sie steht in einem Gärprozess (Fermentation). Diese Notlösung ermöglicht ihr, sich minimal mit Energie zu versorgen, sichert aber langfristig nicht ihr Überleben. (nach WALTER 2015)

Unter Sauerstoffmangel (anaeroben Bedingungen) nimmt die anaerobe mikrobielle Population zu, jene der aeroben Bakterien jedoch ab. Da anaerobe Mikroorganismen organische Masse nicht so effektiv abbauen wie aerobe, führt dieser Zustand langfristig zu einem Aufbau von Pflanzenrückständen bzw. einer Torfschicht. Torf hat einen niedrigen pH-Wert (sauer), einen sehr geringen Nährstoffgehalt und eine sehr geringe biologische Aktivität, was heisst, dass Torf dem Bodenleben kein idealer Lebensraum darstellt (MEIENBERG 2010).

Fehlt einem Boden der Sauerstoff, lässt das in ihm die kaum zersetzte organische Masse wuchern, er ist überlastet, kann die Rohorganik nicht verdauen, wird krank und vermag die Pflanze nicht genügend zu nähren und in ihrem Wachstum zu unterstützen.

Auch für den Menschen ist ein Leben ohne Sauerstoff nicht möglich. Wissenschaftler von der Karl-Franzens-Universität Graz (MADEO 2009) haben nachgewiesen, dass verminderte Atmungsaktivität in Zellen – also ein anaerober Zustand – eine Voraussetzung für die Entstehung von Tumoren sein kann. Der Biochemiker Otto Warburg (Nobelpreis für Medizin 1931) hatte bereits 1924 erkannt, dass Tumorzellen ihre Energie hauptsächlich durch Gärung gewinnen. Krebs beim Menschen ist eine direkte Folge einer reduzierten Zellatmung, die den natürlichen Zelltod vermindert und Zellen unkontrolliert wuchern lässt.

Dieses Beispiel zeigt wie die gleichen Prinzipien, hier der Mangel an Atmung und Sauerstoff, in verschiedensten Lebensbereichen analoge Auswirkungen haben. Schaffen wir das richtige Milieu, im Boden wie im Menschen, ist Gesundheit und Heilung möglich.

selber stattfinden. Dies ist unter natürlichen Umständen auch möglich, da dann die entsprechenden Mikroorganismen im Boden vorhanden sind. (LÜBKE-HILDEBRANDT 2015)

Leider fehlt heute in vielen landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden dieses mikrobielle Bodenleben, sodass es in den meisten Fällen den Böden wieder zugeführt werden muss.

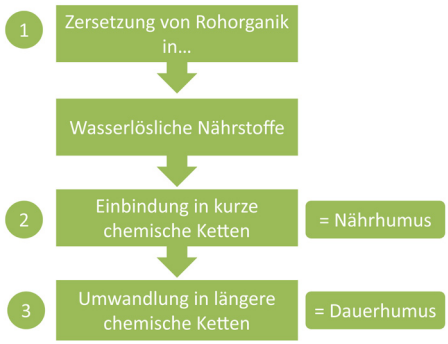


Abbildung 2-8: Umwandlung von Rohorganik zu Humus (nach LÜBKE-HILDEBRANDT 2015)

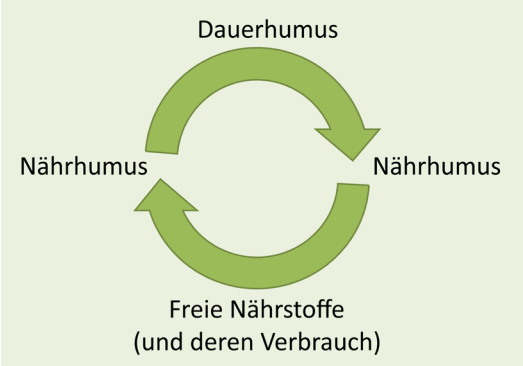


Abbildung 2-9: „Dynamisches Gleichgewicht" bei der Humusbildung (nach LÜBKE-HILDEBRANDT 2015)

Der Eintrag von Rohorganik in oder auf den Boden (wie zum Beispiel durch zu starkes Mulchen) mit dem Ziel einer raschen Fruchtbarkeitssteigerung macht vor diesem Hintergrund wenig Sinn. Die Mikroorganismen (sofern vorhanden!) sind mit der Bildung von Humus beschäftigt anstelle sofort die Bedürfnisse der Pflanze nach nährenden, schützenden und stärkenden Stoffen aus dem Nährhumus befriedigen zu können.

Da richtiges Kompostieren mit Investitionen verbunden und arbeitsintensiv ist, machen grosse professionelle Kompostieranlagen durchaus Sinn. Richtig aufgesetzter Kompost kann die zum Teil mit Krankheitserregern besetzten Grüngutabfälle ganzer Städte verarbeiten. Generell sollte auf eine aerobe Kompostierung geachtet werden, was im kleineren Hobbygarten ebenfalls möglich ist. Hochwertiger Kompost (und in einem gewissen Masse auch ein gesunder Boden) wirkt selbstreinigend, zerstört pathogene Keime und schützt die Pflanze vor der Aufnahme von ungesunden Stoffen (bis hin zu Radioaktivität!; LÜBKE-HILDEBRANDT 2015).

3 Mensch und Boden

Leider zeigen unzählige Untersuchungen durch die unabhängige Forscherfamilie Lübke-Hildebrandt (2015), dass der Zustand von Böden weltweit meist krankhafter Art ist. Warum ist das so? Und wie können wir unseren Boden pflegen, dass er gesund und nährstoffreich, von Erosion durch Wind und Wasser geschützt und Grundlage für eine grosse Artenvielfalt im standortgegebenen Ökosystem sowie unserer vitalen Ernährung ist? Auf diese Fragen wird in diesem Kapitel eingegangen.

3.1 Rückblick – Warum die Böden heute gefährdet sind

Der Mensch greift seit einigen Tausend Jahren, also seit Beginn des Ackerbaus (neolithische Revolution) in das System Boden ein. Wie eine Gesellschaft den Boden behandelt, ist entscheidend, ob sie überlebt. Es gab in der Vergangenheit bereits Kulturen, die wegen ihrer Misshandlung der Böden untergegangen sind (DIRT 2009, VGL. KASTEN ZUM FILM). In unserer Gesellschaft fand vor allem seit dem 2. Weltkrieg eine Chemisierung und Technisierung der Landwirtschaft, die sogenannte „grüne Revolution" statt. Die Agrikulturchemie beschäftigt sich seit Ende des 19. Jahrhunderts mit der künstlichen Mineralisierung und Herstellung von Kunstdünger (UEKÖTTER 2010). In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts lag die landwirtschaftliche Forschung in Deutschland praktisch ganz in den Händen von Chemikern. Die damals meist schlecht gebildeten Bauern konnten die von der Agrochemie vorgeschlagenen „Lösungen" ihres Düngerproblems nur schlecht verstehen und die Auswirkungen auf ihr Land nicht abschätzen. Noch 1974 konnte Arnold Fink, Ordinarius für Pflanzenernährung und Bodenkunde an der Universität Kiel „kein abschliessendes Urteil in der Frage anbieten, welche chemischen Elemente für das Wachstum der Pflanzen tatsächlich notwendig seien" (UEKÖTTER 2010). Kaum zu glauben, dass

Abbildung 3-1: Trockenrisse deuten auf die fehlende Krümelstruktur durch verdichtende Bodenbearbeitung hin.

Abbildung 3-2: Frisch gepflügter Acker: Die als Düngung gedachte, zu einem früheren Zeitpunkt eingearbeitete Mistgabe kommt nach dem Pflügen verfault und unzersetzt wieder an die Oberfläche.

Mögliche Zukunft: Agroforst

Wie ganzheitliche, natürliche Landwirtschaft aussehen kann, demonstrieren diverse Projekte von Landwirten, die mit dem Agroforstsystem arbeiten.

Agroforstsysteme kombinieren mehrjährige holzartige Pflanzen mit Ackerkulturen oder Grasland / Weide. Sie bieten ökologische und ökonomische Vorteile, denn sie zeichnen sich insgesamt durch höhere Produktivität aus (KUSTER ET AL. 2012). Bäume liefern nachwachsende Energie, dazwischen weiden Tiere und liefern durch ihren Dung Nährstoffe oder es profitieren Ackerkulturen von den Symbiosen im Boden. Sie schützen den Boden optimal vor Wind- oder Wassererosion und erzeugen ein für die Pflanzen optimaleres Mikroklima (Regulierung von Temperatur und Trockenheit). Die Bäume bieten Schutz vor zu starker Sonneneinstrahlung, was v.a. in den Tropen oder im mediterranen Raum wichtig ist. In Deutschland sind die fruchtbaren Böden im Winter durch Ausblasung gefährdet, da sie dann trocken sind und ihnen die schützende Pflanzendecke fehlt. Bei Feldern mit Agroforst werden die Winde gebremst und die Erosion verhindert (Das Erste 2013). In der Schweiz ist die Produktivität bei der traditionellen Kombination von Hochstammobstbäumen mit Weide oder Ackerland insgesamt höher, da die Ressourcen Licht, Wasser und Nährstoffe effizienter genutzt werden. Die Kombination von Holz- / Obstnutzung und Ackerbau führen zu einer breiteren Abstützung des Einkommens. (SEREKE 2012, in: KUSTER ET AL. 2012). Das Landschaftsbild wird mit Agroforst als ästhetischer wahrgenommen, was für den Tourismus und damit für eine ganze Region interessant ist. Agroforst fördert die Biodiversität. Gerade Vögel sind auf Nistplätze, Rückzugsorte oder Aussichtsplattformen in und auf den Bäumen angewiesen. Ist im natürlichen System Harmonie, dann können Schädlinge vielleicht kurzfristig überhand gewinnen, langfristig gleicht das Ökosystem ein solches Ungleichgewicht jedoch wieder aus und die Schädlinge werden reduziert. Die Regeneration eines Ökosystems braucht Mut und Geduld, zahlt sich aber langfristig durchaus aus, wie Gespräche mit betroffenen Bauern zeigen.

der Kunstdüngereinsatz trotz dieser Unwissenheit von 4 Millionen Tonnen im Jahr 1940 auf über 40 Millionen Tonnen im Jahr 1965 stieg, um im Jahr 1990 fast 150 Millionen Tonnen zu erreichen. Mehr als die Hälfte davon gelangte nicht mal auf die Felder, sondern in Gewässer und führte dort zu Überdüngung. In den Meeren entstanden dadurch „tote Zonen“ (Beispiel Golf von Mexico), welche erst nach dem 2. Weltkrieg auftraten, gekoppelt an die massive Erhöhung der Kunstdüngerproduktion. In der Schweiz hat sich der Bundesrat basierend auf einer Studie der EAWAG (2014) verpflichtet, mit einem Aktionsplan die Menge der ausgebrachten Pestizide zu verringern, da die Grenzwerte in Schweizer Gewässern teils massiv überschritten sind (MARTI 2015).

Paradoxerweise verbraucht die Landwirtschaft heute durch den Einsatz von Kunstdüngern (und zu einem kleineren Teil durch die Mechanisierung) mehr Energie als sie in Form von Nahrungsmitteln erzeugt. (PAEGER 2015)

Mit dem Wissen um das für den Nährstoffaustausch so essentielle Bodenleben, ist es klar, dass Pestizide (beschönigend auch als „Pflanzenschutzmittel“ bezeichnet) nicht auf die Böden ausgetragen werden dürfen. Pestizide töten nicht nur sogenannte Schädlinge und unerwünschte Nebenkräuter ab, sondern schädigen jegliches Leben im Boden. Was bringt es also, zu düngen, wenn der Pflanzenwurzel ihre symbiotischen Helfer im Boden fehlen? Die Mittel der „grünen Revolution“ setzen langfristig die Bodenfruchtbarkeit und damit die Produktivität auf den Feldern herab. (Z.B. IN KOONS GARCIA 2014)

Der Zweck der Pestizide ist es, Leben zu töten – wen wundert's, wenn auch die Menschen im unmittelbaren Umfeld dieser Felder sowie die Konsumenten, die jene Nahrungsmittel essen, früher oder später Schaden nehmen? Studien (aufgeführt in Greenpeace 2015) zeigen, dass bei Menschen, die den Pestiziden besonders ausgesetzt sind (Landwirte, Pestizidausbringer), erhöhte Häufigkeiten verschiedener Krebsarten sowie neurodegenerativer Erkrankungen wie Parkinson und Alzheimer auftreten. Besonders anfällig auf Pestizide sind Ungeborene und Kleinkinder. Waren Kinder im Mutterleib erhöhten Pestizidkonzentrationen ausgesetzt, besteht ein erhöhtes Risiko auf eine verzögerte kognitive Entwicklung, Verhaltensveränderungen, Geburtsfehler sowie Leukämie.

Einige, den Boden zerstörende, landwirtschaftliche Techniken bzw. deren Folgen werden hier zusammengefasst:

- Bodenverdichtung durch zu schwere Landwirtschaftsmaschinen (Abbildung 3-1)
- Zerstörung des Oberbodens durch zu tiefes Pflügen (Durchmischung von A- und B-, z.T. sogar C-Horizont; vgl. Abbildung 2-7: Bodenhorizonte)
- Düngung durch anaerobe Düngemittel (dicke Gülle, verfaulter Mist)
- Ausbringen des Mistes und danach Umdrehen der Bodenscholle, sodass der Mist im Boden weiter verfault und das sauerstoffliebende Bodenleben abtötet (Abbildung 3-2)
- Abtöten von Beikräutern, Schädlingen und Pilzen (und damit des Bodenlebens) durch Pestizide, Herbizide und Fungizide[10]
- Erosion durch Ausräumung der Landschaft (Fehlen der schützenden Vegetation, v.a. Hecken und Bäume)
- Bodenversalzung durch künstliche Bewässerung
- Desertifikation (Wüstenbildung) durch Fehlen der Bäume und Wälder

Das Abholzen der Bäume ist nicht nur für die Böden ein Drama (Erosion; fehlende Wurzeln für Symbiose mit Mikroleben), sondern auch der Wasserkreislauf ändert sich durch die wegfallende Atmung der Bäume drastisch, sodass sich in einer Region das Klimaregime markant verändern kann. Klimaforscher nehmen heute an, dass die Vernichtung der Wälder des Niger-beckens einen Einfluss auf die Sahel-Austrocknung hatte. (PROCLIM 2004)

[10] Pestizide sind Schädlingsbekämpfungsmittel, Herbizide sind Pflanzengifte; Fungizide sind Mittel zur Bekämpfung von die Pflanzen schädigenden Pilzen (DUDEN 2015)

Abbildung 3-3: Links ein schonend bearbeiteter Boden, der eine schöne Krümelstruktur zeigt. Rechts ein mit schweren Maschinen bearbeiteter Boden, dessen Schollen verklumpt, fett glänzend und schlecht durchlüftet sind.

3.2 Ausblick – Der Mensch als Bodenverbesserer

Unsere Gesundheit hängt vom Zustand unserer Lebensmittel und diese vom Zustand unserer Böden ab. Es sollte somit im Interesse aller sein, den Zustand unserer Acker- und Weideböden zu verbessern. Folgende Veränderungen sind dringend nötig:

- **Vor der Bodenbearbeitung den Zustand des Bodens anschauen und beurteilen (Spatenprobe, auf Krümelstruktur achten).**
- Bodenbearbeitung nur auf gut abgetrockneten, tragfähigen Böden anwenden (FIBL 2013).
- Stabilisierung der Böden und Schutz vor Erosion durch geeignete Bepflanzung (z.B. Agroforst, siehe Kasten).
- Vitalisierung der Böden durch Einbringen von Mikroorganismen.
- Nähren der Böden und Mikroorganismen durch Nährhumus in Form von hochwertigen Komposten und Gründüngung.
- Ausbringen von Mist nur in unverfaultem Zustand, in geringer Menge und bei Präsenz des richtigen Bodenlebens.
- Erreichen des aeroben Zustandes in den Böden (Verhindern von Bodenverdichtung und Lockerung des Bodens) durch schonenden Einsatz von Maschinen.
- Pflügen bei trockenem und kaltem Wetter zur Schonung der Regenwürmer, welche sich dann in tieferen Schichten aufhalten (FIBL 2013).
- Pflanzenreste nur oberflächlich einarbeiten, nicht in tiefe Bodenschichten (FIBL 2013).
- Begrünung von Flächen (keine Schwarzbrache[11]; FIBL 2013), denn bodenaufbauende Prozesse finden in Kombination Pflanzenwurzel – Bodenleben statt.
- Weniger auf Einzelerträge hochempfindlicher, einseitig orientierter Sorten setzen, sondern mehr auf langfristige Gesamterträge achten (FIBL 2013).
- Anbau in Mischkulturen, da sie robuster gegenüber Witterungsextremen und Schädlingen sind als Monokulturen.
- Durch Mischkulturen die Biodiversität im Boden (vielfältiges Bodenleben), aber auch im ganzen Ökosystem fördern.
- Nahrungs- und Futtermittel sowie Saatgut möglichst aus der Region beziehen, da dadurch die Stoffkreisläufe (Wasser, Stickstoff, organisches Material) vor Ort geschlossen bleiben.
- Ältere, robuste Sorten anbauen und auf an die lokalen Besonderheiten angepasste Tierrassen setzen.
- Langfristige, generationenübergreifende Ertragsplanung vornehmen. Wenn die Fruchtbarkeit des Bodens schnell gesteigert werden muss, mit einem hochwertigen Kompost arbeiten.

„Gesunde Böden bilden die Grundlage für gesunde Lebensmittel. Daher sind die Qualität des Bodens und sein Gehalt an Nährstoffen auch so wichtig für uns als Lebensmittelhändler."

SPAR-Vorstandsvorsitzender Dr. Gerhard Drexel

Dass natürliche und somit nachhaltige Landwirtschaft einen positiven Unterschied in der Bodenqualität bewirkt, ist belegt (vgl. Beispielbilder). Dass die hohe Bodenqualität Voraussetzung für qualitativ hochwertige Lebensmittel ist, scheint logisch. Doch nicht „nur" die mit herkömmlichen Messmethoden messbaren Vitamin- und Mineraliengehalte, oder die Abwesenheit von Nitrit zeichnen die Güte eines Lebensmittels aus. Spätestens mit den Wasserbildern von

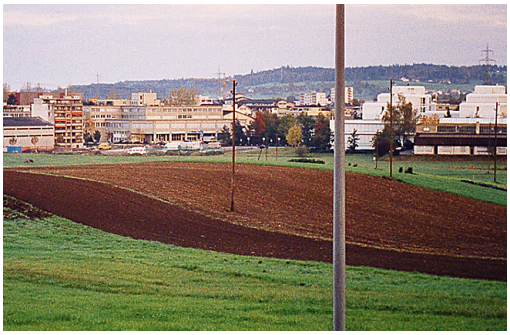


Abbildung 3-4: Zwei benachbarte Felder. Auf dem linken Feld achtet der Bauer auf nachhaltige Bodenbearbeitung, auf dem rechten wird konventionell gearbeitet. Die Farbe zeigt die Grenze der Grundstücke: links ist der Boden offensichtlich humusreicher, wodurch er in ein sattes Dunkelbraun gefärbt ist.

Abbildung 3-5: Dieselben Felder wie in Abbildung 3-4. Folge der unterschiedlichen Bodenbearbeitung: Bei nassem Wetter vernässt das Grundstück mit konventioneller Bearbeitung rasch (Feld rechts des Masten in der Bildmitte), während das Grundstück des Nachbarn keinen Nässestau vorweist.

[11] Schwarzbrache: Durch Pflügen, Herbizide oder andere Maßnahmen vegetationsfrei gehaltene Brache.

Emoto (2012, siehe Kasten) ist gezeigt worden, dass das Wasser und daraus folgernd auch die Lebensmittel Träger von Informationen sind und ihnen eine energetische Qualität inne wohnt. Die Natur arbeitet immer mit einer ihr eigenen Ordnung. Die Pflanze baut ihre Struktur aufgrund ihrer Funktionen auf. Damit sie gedeihen kann, gesund und immun gegen Angriffe ist, sowie all ihre Funktionen aufrechterhalten kann, muss sie über eine für ihren Pflanzentyp typische Ordnung verfügen (Dänzer 2014). Betrachten Sie die feinen Verästelungen eines Blattes oder Wurzelwerkes, dann erkennen Sie die Ordnung des Baumes und diese Ordnung nehmen wir als Schönheit war. Dänzer (2014) hat es mit Kristallisationsbildern geschafft, die in allen Lebensmitteln gegebene innere Ordnung sichtbar zu machen. Während Nicht-Bio Gemüse und Früchte starre, verklumpte Strukturen aufweisen, zeigen Bio Produkte in der Regel wohlgeordnete, für die menschliche Wahrnehmung schöne Strukturen mit feinen Verästelungen auf (Abbildung 3-6). Auch gemäss den Untersuchungen des Arztes Rüdiger Dahlke (2015) sind „Nahrungsmittel, die am meisten Ordnung vermitteln, die besten".

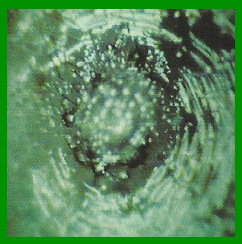
Die industrielle Landwirtschaft mit dem Einsatz von Kunstdünger und Pestiziden hindert die Pflanze beim Aufbau der für sie typischen und überlebenswichtigen natürlichen Ordnung. Ihre Vitalität ist nicht mehr gegeben. Die Gesundheit des Menschen hängt von der Qualität und Vitalität der Pflanzen ab, was bereits Hippokrates, „Vater der Heilkunde" (460 – ca. 377 v. Chr.) konstatiert hat: „Unsere Lebensmittel sollten Heilmittel, unsere Heilmittel Lebensmittel sein."

Fragen um die Gesundheit der Böden betreffen folglich nicht nur Landwirte und Gärtner, sondern uns alle. Als Konsumentinnen und Konsumenten müssen wir die Nachfrage nach gesunden Lebensmitteln steigern und qualitativ hochwertige Nahrung von den Produzenten einfordern. Es geht auch darum, die Produkte, die Mutter Erde für uns so reichlich bereitstellt, wieder wertzuschätzen und Ihr und Ihren Helfern gegenüber Dankbarkeit zu zeigen, auch in Form von fairen Preisen für die Produzenten. Auf diese Weise kann jeder Mensch zum „Bodenverbesserer" werden.

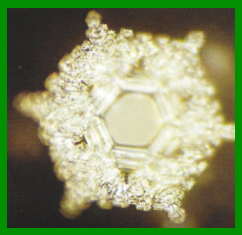
Es hängt von jedem Einzelnen von uns ab, wie es mit unseren Böden, ja dem gesamten Planeten weitergeht. Wir Menschen haben die Wahl! Jede unserer Handlungen kann einen Unterschied bewirken. Handeln wir verantwortungsbewusst, indem wir sowohl als Produzent als auch als Konsument eine natürliche Landwirtschaft fördern, jede und jeder nach seinen Möglichkeiten.

Die Antwort des Wassers

Der Wasserwissenschaftler Masaru Emoto hat die Wasserkristalle von gefrorenem Wasser fotografiert. Nachdem er gesehen hat, dass frisches Quellwasser wunderschön auskristallisiert, während Leitungswasser von einigen Städten hässliche Formen bildet, ging er dazu über, das Wasser mit Worten zu „impfen". Er besprach und/oder beschriftete es mit Worten wie „Liebe und Dankbarkeit", „Dummkopf", „Friede" oder „Krieg", denen jeweils starke positive oder negative Emotionen anhaften. Die Wasserkristalle organisieren sich bei positiven Worten in wunderschönen Kristallen, während sie bei negativen Ausdrücken nicht fähig sind, überhaupt richtige Kristalle und damit eine natürliche Ordnungsstruktur zu bilden. (Emoto 2012)



„Dummkopf"



„Liebe und Dankbarkeit"

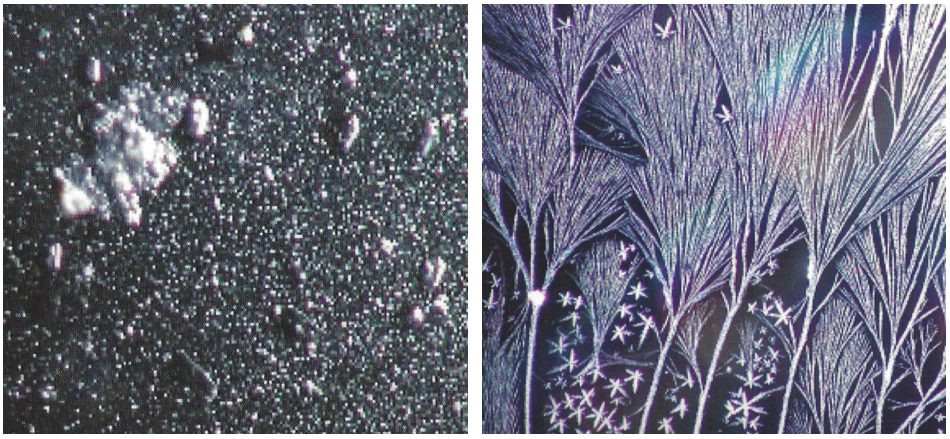


Abbildung 3-6: Kristallisationsbilder von Rotwein. Links Rotwein von Nicht-Bio Trauben, rechts Rotwein von Bio Trauben. Die feinen Verästelungen der Bio Traube zeigen die der Pflanze eigene innere Ordnung. (Dänzer 2014, www.bio-nichtbio.info)

Literaturnachweis

Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (2015): Bodendefinition, Stand 1998. http://www.soil.ch, Download (PDF) Mai 2015.

Dahlke, R. (2015): Das Geheimnis der Lebensenergie in unserer Nahrung. Arkana, München 2015.

Dänzer, A.W. (2014): Die unsichtbare Kraft in Lebensmitteln. Verlag Bewusstes Dasein 2014. Mehr Info siehe: www.bio-nichtbio.info.

Das Erste (2013): Video: Agroforst statt Monokultur? http://www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/videos/agroforst-statt-monokultur-100.html, Download Juni 2015.

Drexel, G. (2015): WWF und SPAR: Gesunde Böden für gesunde Lebensmittel. APA-OTS Pressetext, Download Juni 2015.

Duden (2015): duden.de, Download Juni 2015.

EAWAG (2014): Pestizidcocktail in Schweizer Flüssen, http://www.eawag.ch/medien/bulletin/20140305/, In: Aqua&Gas Nr. 3/2014.

Eichler, H. (1993): Ökosystem Erde. Leipzig.

Eitel, B. (2001): Bodengeographie. Das geographische Seminar. Westermann, 2001.

Emoto, M. (2012): Die Antwort des Wassers. Tokio 2001. Dt. Ausgabe, 2. Auflage: KOHA-Verlag GmbH Burgrain, 2012.

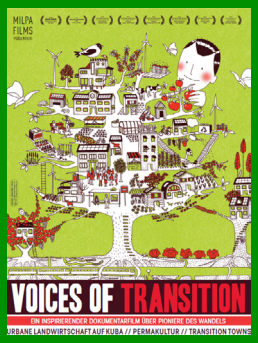
FAO 2015: Healthy soils for a healthy life. Homepage des IYS 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/soils-2015/, Download Mai 2015.

Empfohlene Filme

Macht Mut:
VOICES OF TRANSITION

„Voices of Transition“ ist ein Film, der inspiriert, Hoffnung gibt und Mut zum Handeln macht. Er portraitiert Menschen und stellt Projekte von Landwirten, Wissenschaftlern und weiteren Akteuren in Frankreich, Grossbritannien und Kuba vor. Diese Menschen beweisen: Der Wandel in Landwirtschaft und Gesellschaft ist möglich!

Voices of Transition. Ein Film von Nils Aguilar. 2012.



Informiert umfassend:
DIRT! THE MOVIE.

Der Film „Dirt! A story with heart and soil“ illustriert auf abwechslungsreiche Art die Zusammenhänge rund um das Thema Boden. Wer das in diesem Fact Sheet vorgestellte Wissen vertiefen und erweitern möchte, findet in diesem Film eindrückliche Geschichten und Bilder.

Dirt! A story with heart and soil. Ein Film von Gene Rosow und Bill Benenson. 2009.

FIBL (2013): Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit. Beziehungen zum Boden gestalten. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FIBL), Frick 2013.

Francé-Harrar, A. (2011): Handbuch des Bodenlebens. Entsprechend der Manuskriptvorlage von 1959. BTQ e.V. (Hrsg.), Blue Anathan Verlag 2011.

Gernandt, P. (2007): Bodenkunde in der Geografie. Diercke Spezial. Westermann 2007.

Greenpeace (2015): Pestizide und unsere Gesundheit - DIE SORGE WÄCHST. Research Laboratories, Greenpeace. Mai 2015.

Hagendorn, F. (2003): Böden – Grosse Speicher, kleine Senken für CO_2. Infoblatt Forschungsbericht Wald 15/2003. http://www.waldwissen.net, Download Juni 2015.

Hagendorn, F. (2015): Kohlenstoff in Böden. http://www.wsl.ch/fe/boden/schwerpunkte/soil_carbon/index_DE, Download Juni 2015.

Koch, K.-U. & Fleiter, E. (2012): Infoblatt Neolithische Revolution. Klett, www.klett.de Leipzig 2012.

Koons Garcia, Deborah (2014): Symphony of the Soil. Lily Films, Mill Valley (USA) 2014.

Kuster M., Herzog, F., Rehnus, M. & Sorg, J.-P. (2012): Innovative Agroforstsysteme – On farm monitoring von Chancen und Grenzen. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Umweltwissenschaften, ETH Zürich, Zürich 2012.

Lübke-Hildebrandt, A. & Hildebrandt U. (2015): Humusmanagement & aerobe gelenkte Kompostierung. Einführungsseminar. Seminarskript und mündliche Aussagen. Mai 2015. © URS Landmanagement, United Research for Soil.

Madeo, F. (2009): Atemnot der Zellen lässt Tumore spriessen. Grazer Wissenschaftler belegen Warburg-Effekt. IDW - Universität Graz, 03.03.2009 – DLO, In: www.scinexx.de/wissen-aktuell-9589-2009-03-03.html, Download Juni 2015.

Mandrin, P. & Dreyer H. P. (2002): Es spukt also doch bei den Quanten… Ein Leitprogramm zur Quantenphysik. Fachdidaktik Physik ETH 2002.

Marahrens, S. / Umweltbundesamt (2015): http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/kleine-bodenkunde/entwicklung-des-bodens, Download Mai 2015.

Marti, K. (2015): Über den Grenzwerten: Die Pestizidrückstände in Böden und Gewässern. In: pro natura magazin 3/2015.

Meienberg, T. (2010): Torf. öko-forum Umweltberatung Luzern, 2010.

Munch, J.Ch. (2012): Vom Kleinsten im Grössten. In: BodenLeben. Erfahrungsweg ins Innere der Erde. Voigt, B. & Universität für Bodenkultur Wien (Hrsg.), 2012.

Paeger, J. (2015): Vom Bauern zur industriellen Landwirtschaft. Ökosystem Erde. (http://www.oekosystem-erde.de/html/industrielle_landwirtschaft.html, Download Juni 2015)

ProClim (2004): Globale Erwärmung als Auslöser einer abrupten Klimaänderung? Climate-Press. proclimweb.scnat.ch/portal/ressources/215.pdf. Mai 2004.

Scheffer, F. & Schachtschnabel, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. 16. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2010.

Schrumpf, M. & Trumbore, S. (2012): Unser wichtigster Kohlenstoffspeicher: Wie der Boden als dünne Haut der Erde globale Stoffkreisläufe und das Klima beeinflusst. Max-Planck-Institut für Biogeochemie, http://www.mpg.de, Download Juni 2015.

Spektrum (2000): Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2000. (http://www.spektrum.de, Download Juni 2015).

UBA (2013): Deutsches Umwelt Bundesamt / Green Radio. http://www.umweltbundesamt.de/service/green-radio/wie-wir-den-boden-unter-den-fuessen-verlieren, Download Mai 2015.

Uekötter, F. (2010): Die Wahrheit ist auf dem Feld. Eine Wissensgeschichte der deutschen Landwirtschaft. Umwelt und Gesellschaft. Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG, Göttingen 2010.

UFZ (2011): Wasser und Boden. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ). https://www.ufz.de, Download Mai 2015.

Walter, S. (2005): Untersuchungen zu verschiedenen Belüftungssystemen: Wirkung auf die O_2-Dynamik im Boden und das Wachstum von Gemüsepflanzen. Dissertation am Department für Pflanzenwissenschaften, Lehrstuhl für Gemüsebau, Technische Universität München, 2005.

Weichhart, P. (1975): Geographie im Umbruch. Wien 1975.

Weser-Kurier (2013): Folgenschwerer Bodenverlust. http://www.weser-kurier.de, 18.10.2013, Download Mai 2015.

Wynd, F. L. (1952): Feed the soil! The Scientific Monthly, Volume 74, Issue 4, pp. 223-229. 04/1952.

Xylander, W. (2012): Dynamische Erde – Dynamischer Boden. In: BodenLeben. Erfahrungsweg ins Innere der Erde. Voigt, B. & Universität für Bodenkultur Wien (Hrsg.), 2012.

Impressum

Herausgeber
The World Foundation for Natural Science™

Redaktion
Paul Probst, Europäischer Präsident

Autoren
Denise Ulrich, Dipl. Geografin

Grafik & Layout
Lukas Dossenbach

Bildnachweis
Bild S. 1: iStock.com
Abbildung 2-1, 2-2, 2-3, 2-5, 2-7, 2-8, 2-9:
The World Foundation for Natural Science
Abbildung 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5: J. Dossenbach
2-6: FIBL 2013
3-6: Dänzer 2014, mehr Info siehe: www.bio-nichtbio.info
Box S. 11: M. Emoto 2012
Box S. 12: voicesoftransition.org, www.dirtthemovie.org

Adresse für Bestellungen
The World Foundation for Natural Science
Europäischer Hauptsitz
Postfach 7995
6000 Luzern 7, Schweiz
Tel. +41(41)798-0398
Fax: +41(41)798-0399
E-Mail: EU-HQ@naturalscience.org
www.naturalscience.org

© copyright by
The World Foundation for Natural Science™