MODUL

Boden



Inhaltsverzeichnis - Boden

1.	Einführung in das Fachgebiet Boden	4
1.1	Boden ist eine grundlegende Ressource	4
1.2	Fruchtbare Böden sind eine begrenzte Ressource	5
1.3	Ein fruchtbarer Boden macht den Betrieb nachhaltiger	7
1.4	So ist es in der Schweiz um die Böden bestellt	7
2.	Bodenfruchtbarkeit beurteilen	8
2.1	Spatenprobe machen	8
2.2	Erosion	9
2.3	Verdichtung	10
2.4	Organische Bodensubstanz / Humus	11
3.	Bodenfruchtbarkeit optimieren	12
3.1	Boden vor Erosion schützen	13
3.2	Bodenverdichtungen vermeiden	14
3.3	Organische Bodensubstanz erhalten oder aufbauen	14
	Abbildungsverzeichnis, Kästchenverzeichnis, Tabellenverzeichnis	16
	Quellenangaben	17

Impressum
Herausgeber: Vision Landwirtschaft
Grafik und Gestaltung: Gabrielle D'Angelo, Vision Landwirtschaft
Zitiervorschlag: Vision Landwirtschaft 2025, Bildungsunterlagen «Zukunft Bauernhof»

© Vision Landwirtschaft 2025. Abdruck mit Quellenangabe gestattet.



Lernziele für das Modul Boden

Sie können …

- die Bodenfruchtbarkeit der Ackerböden anhand geeigneter Indikatoren beurteilen.
- die Bodenfruchtbarkeit der Ackerböden zielgerichtet verbessern oder optimal erhalten.

© 2024 Vision Landwirtschaft

1. Einführung in das Fachgebiet Boden

1.1 Boden ist eine grundlegende Ressource

Der Boden ist ein zentraler Bestandteil von ökologischen Prozessen und bildet die Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. Er ist gleichzeitig eine grundlegende Ressource für den ganzen Planeten. Der Boden ist Filter und Speicher für Wasser, Lebensraum für einen Viertel aller lebenden Arten und legt mit dem Kohlenstoff-, Stickstoff- und Wasserkreislauf die Basis für funktionierende Ökosysteme. Den Pflanzen bietet er Raum, sich zu verwurzeln und ein Reservoir an Nährstoffen. Aus der Luft kann er grosse Mengen an Kohlenstoff binden und so die Konzentration von Treibhausgasen verringern.

Für die Bodenfruchtbarkeit und das Pflanzenwachstum ist der Humusgehalt eines Bodens von zentraler Bedeutung. Erst der Humus ermöglicht viele Funktionen des Bodens. Er ist eine Nährstoffreserve des Bodens und trägt bei zu einer stabilen Struktur und Porosität und zum Wasserhaushalt des Bodens. Humus dient als Nahrungsquelle für Bodenorganismen. Diese Bodenorganismen bauen organische Stoffe ab und bilden Humus. Mykorrhiza-Pilze, die symbiotische Beziehungen mit Wurzeln bilden, erschliessen den Pflanzen beträchtliche Mengen an Phosphor und Spurenelementen (Agroscope online). Bakterien, die in Symbiose mit Leguminosen leben, nehmen aus der Luft bedeutende Mengen an Stickstoff auf und düngen so den Boden auch für nachfolgende Kulturen. Kurz: Zahlreiche Prozesse, die für die Landwirtschaft wichtig sind, werden durch Humus gefördert. Zudem ist der Humus in Verbindung mit der Photosynthese der Pflanzen und der Mineralisierung durch Bodenorganismen zugleich Senke und Quelle für CO_2 und spielt daher eine massgebliche Rolle im Klimawandel. Der Begriff Humus wird synonym als organische Bodensubstanz bezeichnet (BAFU Bundesamt für Umwelt, VBBio-Humusreferenzwert für Ackerböden, 2020).

1.2 Fruchtbare Böden sind eine begrenzte Ressource

Fruchtbare Böden sind eine begrenzte, nicht erneuerbare Ressource. Nur 1/32 der Erdoberfläche ist laut der Weltacker-Bewegung fruchtbares Ackerland, weitere gut 2/32 sind Wiesen und Weiden. Die Schweiz hat laut Agrarbericht 2024 rund 1 Million Hektaren landwirtschaftliche Nutzfläche, davon sind knapp 40 Prozent offenes Ackerland, insgesamt 396’000 Hektaren. Wenn man die Alpwiesen und die Alp- und Juraweiden einrechnet, sind es rund 1’450’000 Hektaren Landwirtschaftsland.

Zwischen 1985 und 2018 sind laut Bundesamt für Statistik rund 117'000 Hektaren Landwirtschaftsland verloren gegangen, das entspricht rund zweimal der Fläche des Genfersees. Häuser, Industriewerke und der Verkehr beanspruchen oft landwirtschaftliche Nutzfläche. Um das wertvolle Kulturland möglichst zu schützen, hat der Bundesrat den Sachplan Fruchtfolgeflächen erlassen. Darin verpflichtet der Bund jeden Kanton aufgrund seiner Grösse sowie seiner topographischen und klimatischen Verhältnisse, eine bestimmte Menge Fruchtfolgeflächen zu sichern.

Fruchtbare Böden entwickeln sich über sehr lange Zeiträume. Die Faustregel besagt, dass sich in 100 Jahren 1 Zentimeter Boden bildet. Deshalb sind der Erhalt der Bodenfunktionalität und der Bodenfruchtbarkeit zentrale Elemente für eine ausreichende Ernährung. Beide Elemente werden durch die Bewirtschaftung massgeblich beeinflusst.

Gesunder Boden dank vielfältigen Bodenlebewesen
Ein vielfältiges Spektrum an Bodenlebewesen ist essenziell für einen gesunden Boden. Bereits in einem Gramm Boden finden sich Milliarden von Mikroorganismen, darunter Bakterien, Pilze, Algen und Einzeller. Auch viele Bodentiere, Faden- und Regenwürmer, Milben, Asseln, Springschwänze oder Insektenlarven sind im Boden aktiv. Diese Organismen erfüllen, alleine oder in Symbiose mit anderen Lebewesen, wesentliche Funktionen im Boden. Sie sind massgeblich an der Humusbildung und weiteren chemischen Prozessen beteiligt und sorgen für eine lockere, krümelige Bodenstruktur, welche die Puffer- und Speicherkapazität des Bodens erhöht (Agroscope, 2022).

Die Lebensbedingungen der Bodenlebewesen hängen von den natürlichen Bedingungen am Standort ab. Auch die Art, wie der Boden genutzt wird, hat Einfluss auf die Vielfalt und den Zustand der Bodenlebewesen. Der Mensch kann den Boden durch schwere, ungünstig eingesetzte Maschinen, durch Giftstoffe wie Pflanzenschutzmittel und Medikamente oder durch zu viel Nährstoffe belasten.

Die Struktur des Bodens und die Anzahl Bodenorganismen sind wesentliche Kenngrössen für die Bodenfruchtbarkeit. Diese Parameter zu beobachten, kann als Frühwarnsystem für schädliche Bodenveränderungen dienen. Die durchschnittliche Anzahl an Organismen in den oberen 30 Zentimetern eines Quadratmeters Boden (entspricht 0,3 Kubikmeter) in Mitteleuropa ist wie folgt:

- Bakterien: 1’000 Milliarden
- Strahlenpilze: 10 Milliarden
- Pilze: 1 Milliarde
- Algen: 1 Millionen
- Geisseltierchen: 500 Milliarden
- Wurzelfüsser: 100 Milliarden
- Wimperntierchen: 1 Millionen
- Fadenwürmer: 1’000’000
- Milben: 100’000
- Springschwänze: 50’000
- Rädertiere: 25’000
- Borstenwürmer: 10’000
- Vielfüssler: 300
- übrige Kerbtiere: 150
- Käfer und Larven: 100
- Zweiflüglerlarven: 100
- Regenwürmer: 80
- Schnecken: 50
- Spinnen: 50
- Asseln: 50

Kästchen 1: Durchschnittliche Anzahl Organismen in den oberen 30 Zentimetern eines Quadratmeters Boden.

Quelle: Umweltbundesamt DE, Bodenatlas 2015, S. 12

1.3 Ein fruchtbarer Boden macht den Betrieb nachhaltiger

Ein fruchtbarer Boden verbessert die Nachhaltigkeit des Betriebs. Deshalb ist es sinnvoll, eine gute Bodenstruktur zu fördern, Erosion und Bodenverdichtungen zu vermeiden, günstige Bedingungen für das Bodenleben zu schaffen und den Eintrag toxischer Substanzen zu vermeiden.

Das hat folgende Synergieeffekte:

- Eine stabile Bodenstruktur vermindert Bodenerosion, Nitrat-Auswaschung und Phosphor-Abschwemmung. Dadurch können die Pflanzen die Nährstoffe optimal nutzen, was die Nährstoffeffizienz steigert.
- Die erhöhte Nährstoffeffizienz senkt die Kosten für Dünger und Düngung und erhöht so das Nettoeinkommen.
- Ein fruchtbarer Boden mit gesundem Bodenleben macht die Pflanzen widerstandsfähiger gegen Krankheiten und Schädlinge. Dadurch kann der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln minimiert werden, was wiederum die Bodenfruchtbarkeit positiv beeinflusst.

Verfahren ohne Pflügen und der biologische Anbau beeinflussen die Bodenfunktionen und die Energiebilanz positiv. Das ist die Bilanz einer internationalen Forschungsarbeit nach vier Jahren. Angelegt ist die Forschung auf zehn Jahre. Verglichen werden verschiedene Ackerbausysteme – konventioneller Anbau mit und ohne Pflügen, biologischer Anbau mit Pflügen oder Direktsaat – bezüglich Ertrag und ökologischen Auswirkungen. Untersucht wurden zahlreiche Parameter wie die Produktivität, die Nährstoffbilanz, die mikrobielle Diversität, die Anfälligkeit gegenüber Erosion und die Speicherung von Kohlenstoff.

Trotz der bedeutenden ökologischen Vorteile fallen die Erträge im Biolandbau noch immer tiefer aus als im konventionellen Anbau. Aus diesem Grund untersuchen die Forschenden von Agroscope, welche landwirtschaftlichen Praktiken sowohl hohe Erträge als auch ökologische Vorteile vereinen. Geprüft wird unter anderem das Potential von Boden-Mikroorganismen zur Reduktion des Düngereinsatzes.

1.4 So ist es in der Schweiz um die Böden bestellt

Erosion hat zugenommen

Wenn Wasser oder Wind Boden abtragen, spricht man von Erosion. Dieser Prozess ist einerseits natürlich und wird andererseits durch die menschliche Bewirtschaftung verstärkt. In der Schweiz hat die Erosion in den letzten Jahrzehnten durch den Strukturwandel in der Landwirtschaft und veränderte Bewirtschaftung zugenommen. Im Tal- und Hügelgebiet klassiert das Bundesamt für Umwelt (BAFU) rund 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche als potenziell mässig bis stark erosionsgefährdet. Speziell gefährdet sind Hanglagen, offene Ackerflächen und Flächen mit intensivem Gemüseanbau.

Wird Boden abgetragen, gehen Humus und Nährstoffe verloren und der durchwurzelbare Raum wird kleiner. Dadurch nehmen Bodenfruchtbarkeit und Bodenmächtigkeit ab. Entsprechend verringert sich das Wasserspeichervermögen des Bodens, was bedeutet, dass die Böden schneller austrocknen. Die negativen Folgen beschränken sich jedoch nicht auf die Landwirtschaft. Oft werden Bodenmaterial

und Nährstoffe in Bäche, Flüsse und Seen eingetragen. Gelangt Bodenmaterial auf Strassen und Wege, müssen diese gereinigt werden. Nicht zuletzt verändert Erosion auch die Landschaft. Erosion ist nicht nur auf Ackerböden eine Gefahr, sondern auch auf Weiden, speziell auch auf Alpweiden, weil dort die Böden weniger mächtig sind.

Ein Drittel der Böden ist verdichtet

Ein Drittel aller Landwirtschaftsböden sind laut langjährigen Untersuchungen von Agroscope verdichtet. Das heisst, ihr Porenvolumen ist suboptimal. Dadurch wird die Luft- und Wasserdurchlässigkeit verringert, was die Entwicklung von Wurzeln und Bodenorganismen erschwert. (Agroscope 2018)

Handlungsbedarf ist also gegeben, zumal die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) Bewirtschafer:innen verpflichtet, die Böden so zu bewirtschaften, dass Erosion und Verdichtungen vermieden werden.

Verdichtungen vermeiden ist auch im Interesse der Landwirtinnen und Landwirte. Denn Verdichtungen bedeuten wirtschaftliche Einbussen. Pflanzen in verdichteten Böden nehmen Nährstoffe schlechter auf. Sie bilden weniger Wurzelmasse aus und die Bodenlebewesen machen aufgrund ihrer reduzierten Aktivität weniger Nährstoffe pflanzenverfügbar. Das bedeutet, dass mehr Nährstoffe ausgebracht werden müssen; zusätzlich besteht ein Risiko, dass die Kulturen mangelernährt sind. Zudem nehmen verdichtete Böden weniger Niederschläge auf. Deshalb steigt das Risiko für Erosion und Rutschungen.

Ein verdichteter Unterboden, kann Staunässe verursachen: Das Wasser versickert weniger gut, der Boden trocknet schlechter ab, die optimalen Zeitfenster für das Befahren werden kürzer und das Risiko steigt, den Boden bei ungünstigen Bedingungen zu befahren. Zusätzlich werden mit der Erosion Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel von der Parzelle abgeschwemmt und in andere Parzellen, in Oberflächengewässer oder andere Ökosysteme verlagert.

Humusgehalt könnte erhöht werden

In den letzten 30 Jahren waren die mineralischen landwirtschaftlichen Böden laut BAFU weder CO_2-Quellen noch CO_2-Senken. Allerdings könnte ihr Humus- und Kohlenstoffvorrat mit angepassten Bewirtschaftungspraktiken erhöht werden.

2. Bodenfruchtbarkeit beurteilen

Die Bodeneigenschaften zu kennen, ist für Landwirtinnen und Landwirte sehr wichtig, wenn sie die Produktion verbessern und gleichzeitig die natürlichen Ressourcen nachhaltig nutzen möchten. Wenn man weiss, wie viele Nährstoffe der Boden bereits enthält, kann man die Düngermenge pro Parzelle optimal berechnen. Die Bodentextur beeinflusst zudem die Aufnahmekapazität für organischen Kohlenstoff.

2.1 Spatenprobe machen

Eine einfache Methode, die Bodenfruchtbarkeit zu beurteilen, ist die Spatenprobe. Die kann jede Landwirtin, jeder Landwirt selber machen. Mit ihr lässt sich schnell

und einfach der Zustand der Bodenstruktur bestimmen. Um diese durchzuführen, kann die App «BodenDok» verwendet werden. Sie leitet Schritt für Schritt durch die Spatenprobe und vereinfacht die Dokumentation durch Beispielbilder und Infobuttons zu den jeweiligen Beobachtungen. Ebenso ist eine digitale Speicherung der Daten möglich. Entwickelt wurde BodenDok in Zusammenarbeit von verschiedenen Organisationen, unterstützt vom Bundesamt für Landwirtschaft. Die App kann im App Store (iOS) und in Google Play (Android) kostenlos heruntergeladen werden. Die Anleitung für die Spatenprobe und viele weitere Informationen finden sich auf spatenprobe.ch.

2.2 Erosion

Wenn Dauergrünland eine geschlossene Pflanzendecke aufweist, ist dieses weitgehend vor Erosion geschützt. Auf Weiden, speziell im Sömmerungsgebiet, kann die Grasnarbe dort zerstört werden, wo sich die Tiere häufig aufhalten. In Sömmerungsgebieten ist ein Erosionsschaden vorhanden, wenn mehr als die Hälfte der Bodenfläche offen ist. Toleriert wird ein Anteil offenen Bodens von weniger als 3 Aren pro Standort.

Im Ackerbau ist die Gefahr von Erosion abhängig von den angebauten Kulturen:

Gefährdung	Hauptkultur
Sehr gering	Kunstwiese, Verzicht auf Ackerbau > Dauergrünland
Gering	Wintergerste, Winterroggen, Raps
Mittel	Winterweizen, Körnerleguminosen, Sommergetreide
Gross	Mais, Rüben, Kartoffeln, Sonnenblumen, Soja, Tabak

Tabelle 1: Erosionsgefährdung im Ackerbau.

Quelle: Arbeitsgruppe Bodenerosion Nordwestschweiz. Merkblatt Bodenerosion, S. 3

Das Ausmass der sichtbaren Erosionsschäden sowie die Erosionsmenge können anhand von vier Steckbriefen mit Beispielbildern basierend auf Prasuhn (2007) beurteilt und abgeschätzt werden. Es werden, sofern möglich, die maximalen Erosionsmengen beurteilt, die innerhalb der letzten zehn Jahre auf einer Parzelle aufgetreten sind.

Beispiele:

Flächenhafte Erosion
- Mais
- Fläche: 0.8 ha, von Erosion betroffen 100 %
- Abtrag: 1.2 m^3 bzw. 1.6 t/ha



Breite Rinne in Mulde + flächenhafte Erosion
- Triticale
- Fläche: 4.5 ha, von Erosion betroffen 40 %
- Abtrag: 12 m^3 bzw. 3 t/ha



Einzelne grosse Rinne
- Winterbrache, gepflügt
- Fläche: 2.8 ha, von Erosion betroffen 20 %
- Abtrag: 49 m^3 bzw. 19 t/ha



Abb. 1: Beispiele Erosionsschäden.

Quelle: Agridea. Merkblatt Erosion «Wieviel Erde geht verloren», S. 3, 4, 6

2.3 Verdichtung

Verdichtungen entstehen beim Befahren. Wie stark ein Boden verdichtet wird, hängt ab von der Bodenfestigkeit und vom Druck, den Traktor und Maschinen auf den Boden ausüben. Die Bodenfestigkeit wird bestimmt von der Art, der Struktur und der Feuchtigkeit des Bodens. Schwere, tonige Böden sind stärker gefährdet für Verdichtung als leichte, sandige Böden. Eine gut ausgebildete Bodenstruktur mit stabilen Bodenkümeln schützt vor Verdichtung. Stabile Bodenkrümel werden von Bodenlebewesen gebildet, die sich unter anderem von Wurzelausscheidungen, Ernterückständen und organischen Düngern ernähren. Eine Bodenbearbeitung, die den Boden stark lockert, schwächt dessen Struktur. Bei der Feuchtigkeit gilt: Je feuchter der Boden, desto weniger fest ist er und umso tiefer breitet sich der Bodendruck in die Tiefe aus. Die Gefahr von Unterbodenverdichtungen steigt.

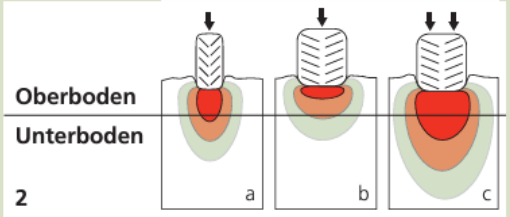
Der Bodendruck durch Traktoren und Maschinen ist abhängig von der Radlast und der Auflagefläche. Die Radlast wird bestimmt vom Gewicht von Maschine und Ladung. Die Auflagefläche ist abhängig von Reifentyp, -druck, -volumen und -breite sowie vom Achsentyp. Einen Einfluss hat auch, ob mit Einzel- oder Doppelbereifung gefahren wird. Ferner spielt eine Rolle, wie häufig eine Parzelle mit welchen Maschinen befahren wird. Werden Felder häufig befahren, erhöht sich das Verdichtungsrisiko.

Hauptursache für Oberbodenverdichtung ist eine zu kleine Auflagefläche der Räder, Hauptursache für Unterbodenverdichtung ein zu hohes Maschinengewicht. Eine Unterbodenverdichtung muss oberflächlich nicht sichtbar sein, vermindert jedoch über Jahrzehnte die Produktivität des Standortes. Verdichtungen des Unterbodens sollten deshalb vermieden werden.

Das Verdichtungsrisiko kann mit Terranimo (Online-Tool von Agridea) berechnet werden.

Der Bodendruck ist von zwei Faktoren abhängig

- Radlast (Gewicht der Maschine und Ladung)
- Auflagefläche (Reifentyp, Reifendruck, Reifenvolumen, Reifenbreite, Einzel-/Doppelbereifung und Achsentyp)



In der Abbildung sind die Auswirkungen von zwei unterschiedlichen **Radlasten** (ein Pfeil: einfache Last, zwei Pfeile: doppelte Last) sowie zwei unterschiedlichen Reifenbreiten dargestellt.
Der Bodendruck ist in der roten Zone am höchsten.

- Die rote Zone mit maximalem Bodendruck ist möglichst klein zu halten und darf keinesfalls bis in den Unterboden reichen (Situation a und c).
- Bei gleichbleibender Radlast reduziert ein grösserer Reifen mit niedrigerem Reifendruck den Druck im Unterboden (Situation b).
- Hohe Radlasten sind grundsätzlich ein Risiko. Bei sehr hohen Radlasten können selbst breite Reifen den Bodendruck nicht ausreichend verringern (Situation c).

Abb. 2: Bodendruck - Auswirkungen von unterschiedlichen Radlasten.

Quelle: Agridea (2014). Bodenverdichtung vermeiden, S. 2

2.4 Organische Bodensubstanz / Humus

Die Menge an organischer Bodensubstanz (OBS) oder Humus ist zentral für den Erhalt der Bodenfunktionalität und damit der Bodenfruchtbarkeit. Humus macht Böden stabiler und tragfähiger, verbessert den Wasser- und Lufthaushalt sowie das Speichervermögen für Nährstoffe (aber auch für Schadstoffe). Je mehr Humus ein Boden enthält, desto leichter ist er durchwurzel- und bearbeitbar. Schliesslich hilft der im Humus gebundene Kohlenstoff (C) die CO_2-Menge in der Atmosphäre zu regulieren.

Der Humus-Gehalt hängt ab von der Bodenart (vor allem Tongehalt), den klimatischen Bedingungen, dem Wasserhaushalt und dem pH-Wert des Bodens und ist somit standortspezifisch (Johannes et al., 2017). Tonreiche Böden können mehr Humus binden als sandige Böden. Auch die Bearbeitung beeinflusst den Humusgehalt. Jede ganzflächige und intensive Bodenbearbeitung führt zu Humusverlust. Direktsaat und flache Mulchsaat fördern die Humusbildung. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Fruchtfolge: Je mehr ober- und unterirdisches Pflanzenmaterial produziert wird und auf dem Feld verbleibt, desto mehr Humus kann gebildet werden. Um den Bodenzustand effektiv zu beurteilen, braucht es Laboranalysen für Humus und Ton. Für das Humus-Ton Verhältnis gilt dieses Bewertungssystem:

Humus : Ton (%)	Interpretation	Bewertung
>24	**sehr gut**	5
18.1 - 23.9	**gut**	4
16 - 18	**mässig**	3
12 - 15.9	**ungenügend**	2
<12; NV	**schlecht**	1

Tabelle 2: Bewertungssystem Humus-Ton-Verhältnis.

Ergänzend kann mit dem Humusbilanz-Rechner beurteilt werden, wie sich die organische Bodensubstanz verändert hat. Negative Bilanzwerte deuten auf einen Verlust hin, positive auf eine Zunahme. Nimmt der Humusgehalt ab, verschlechtert sich in der Regel auch die Bodenfruchtbarkeit (Merkblatt Humus in Ackerböden).

Bei der Humusbilanz gilt jedoch nicht «je mehr, desto besser». Bei einem extrem hohen Humusbilanz-Ergebnis (>+800 kg/ha) werden Humusgehalt und Bodenqualität zwar gefördert, die grossen Mengen an zugeführten organischen Substanzen führen jedoch in mineralischen Böden zu einem hohen Mineralisierungspotential und damit zu einem hohen Risiko von Nährstoffauswaschung und CO_2-Emissionen. Deshalb bieten die oben beschriebenen standort-spezifischen Zielwerte für die organische Bodensubstanz eine Orientierung für den Humusaufbau oder Humuserhalt durch standortangepasste Bewirtschaftung.

3. Bodenfruchtbarkeit optimieren

Erosion, Verdichtungen und Humusgehalt sind das Ergebnis der Bewirtschaftung. Die Kurzzusammenfassung für eine gute fachliche Praxis ist: «möglichst dauerhafte Bodenbedeckung und Durchwurzelung» und «den Boden so wenig wie nötig bewegen». Neben einer reduzierten Bodenbearbeitung können die regelmässige Zufuhr von organischem Dünger oder Gründüngung und einer vielfältigen Fruchtfolge mit Zwischenfrüchten und Kunstwiese die Bodenfruchtbarkeit und die Erträge von Ackerkulturen langfristig erhalten.

3.1 Boden vor Erosion schützen

Verlust von Boden kann nicht wieder rückgängig gemacht werden. Entsprechend wichtig ist es, Massnahmen zu treffen, um Erosion möglichst zu vermeiden:

Erosion im Ackerbau vermeiden

- Erosionsanfällige Kulturen in Hanglage durch weniger erosionsanfällige Kulturen unterbrechen oder sogar permanente Strukturen wie Hecken schaffen.
- In der Fruchtfolge erosionsanfällige Kulturen durch weniger anfällige ersetzen
- Offene Bodenphasen möglichst kurz halten.
- Die mechanische Bodenbelastung durch Doppelbereifung oder Breitreifen und Luftdruckabsenkung vermindern.
- Mit Gründüngung, Mist und Kompost den Humusgehalt und damit die Stabilität der Bodenstruktur erhöhen.
- Bei tiefem Boden-pH die Strukturbildung durch Aufkalken unterstützen.
- Das Saatbeet nicht zu fein bearbeiten.
- Mulch-, Streifenfräs- und Direktsaatverfahren anwenden.



Abb. 10: **ideales Saatbeet.**



Abb. 11: **zu feines Saatbeet.**

Abb. 3: Vergleich «ideales Saatbeet» zu «zu feines Saatbeet».

Quelle: Arbeitsgruppe Bodenerosion Nordwestschweiz. Merkblatt Bodenerosion, S. 4

Für ein ideales Saatbeet sollte bearbeiteter Boden den «Fünflibertest» bestehen: In einem Rechteck von 40×60 cm sind mindestens 20 Erdschollen ca. fünflibergross, aber nur wenige faustgross und grösser.

Erosion auf Weiden und im Sömmerungsgebiet vermeiden

- geregelte Umtriebsweide, überlegte Weideeinteilung
- Bauliche Massnahmen wie trittfeste Triebwege, Warteräume und Melkplätze befestigt und genügend dezentrale Viehtränken
- Organisatorische Massnahmen: die unmittelbare Stallumgebung mit einem Zaun von Vieh freihalten oder die Tiere mit Zaunbänder «lenken»
- Erosionsanfällige Gebiete auszäunen
- Schwere Tiere durch leichte ersetzen
  Agridea-Merkblatt Bodenerosion im Sömmerungsgebiet

3.2 Bodenverdichtungen vermeiden

- Bewirtschaftung und Fruchtfolge dem Boden anpassen.
- Mit lebendigen und durchwurzelten Böden mit guter Struktur Verdichtungen vorbeugen.
- Je trockener der Boden bei der Befahrung ist, desto geringer ist das Verdichtungsrisiko.
- Vor dem Maschineneinsatz das Bodenverdichtungsrisiko mit Terranimo berechnen und den Einsatz entsprechend anpassen.
- Radlast prüfen und möglichst unter 3 Tonnen halten. Die Arbeit mit schweren Maschinen auf nassen Böden möglichst vermeiden.
- Den Reifeninnendruck absenken.

Verdichtungen im Oberboden können durch die Bodenbearbeitung grob gelockert werden. Eine stabile Bodenstruktur (wasserstabile Krümel) kann jedoch nur durch Wurzeln und Bodenorganismen erfolgen. Dieser Prozess braucht Zeit.
Mehr Informationen: Agridea-Merkblatt «Bodenverdichtung vermeiden – so funktioniert's!»

3.3 Organische Bodensubstanz erhalten oder aufbauen

- **Lange Brachzeiten vermeiden:** Kulturen früh säen, winterharte Gründüngungen und Zwischenfrüchte aussäen.
- **Kompost ausbringen:** Kompost erhöht den Gehalt an organischer Substanz und verbessert so die Bodenstruktur.
- **Gründüngung:** Nach der Ernte eine Gründüngung mit verschiedenen Arten, darunter Leguminosen, säen und diese unter günstigen Bedingungen in den Boden einarbeiten.
- **Mit Mist düngen:** Neben den Nährstoffen wird dem Boden auch organische Substanz zugeführt, was positiv für die Humusbildung ist.
- **Bodenbearbeitung einschränken**

Bodenökologisches Engineering

Bodenökologisches Engineering befasst sich mit der Frage, wie die zahlreichen positiven Eigenschaften von Bodenlebewesen in der landwirtschaftlichen Praxis genutzt werden können, um die Bodenökosystemdienstleistungen zu optimieren und eine nachhaltige Pflanzenproduktion zu unterstützen (Agroscope, 2025).

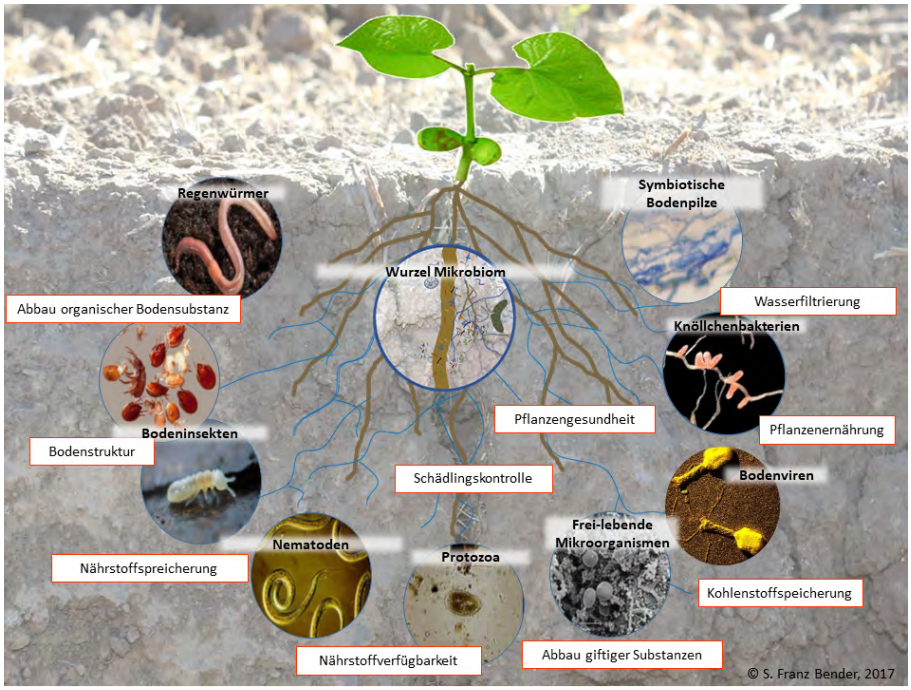


Abb. 4: Bodenlebewesen und ihre Ökosystem-dienstleistungen.

Quelle Agroscope: Bodenökologisches Engineering

Im Boden leben eine Vielzahl von Lebewesen: Wirbellose sowie Bakterien und Pilze. Sie verbessern die Bodenstruktur und Bodenzusammensetzung, können aber auch direkt den Nutzpflanzen dienlich sein, indem sie Nährstoffe verfügbar machen oder Erreger befallen. Abb. 4 zeigt einige wichtige Gruppen von Bodenorganismen und Ökosystemdienstleistungen, die sie in ihrer Gesamtheit erbringen.

Boden

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Beispiele Erosionsschäden	10
Abb. 2:	Bodendruck - Auswirkungen von unterschiedlichen Radlasten	11
Abb. 3:	Vergleich «ideales Saatbeet» zu «zu feines Saatbeet»	13
Abb. 4:	Bodenlebewesen und ihre Ökosystemdienstleistungen	15

Kästchenverzeichnis

Kästchen 1:	Durchschnittliche Anzahl Organismen in den oberen 30 Zentimetern eines Quadratmeters Boden	6

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Erosionsgefährdung im Ackerbau	9
Tabelle 2	Bewertungssystem Humus-Ton-Verhältnis	12

Quellenangaben

Links überprüft 25.07.2025

Agrarbericht. (2024). Agrarbericht, Flächennutzung. Von https://www.agrarbericht.ch/de/produktion/pflanzliche-produktion/flaechennutzung abgerufen

Agridea. (2007). Merkblatt Erosion. Wieviel Erde geht verloren? Von https://agridea.abacuscity.ch/abauserimage/Agridea_2_Free/1194_2_D.pdf?xet=1744948933170 abgerufen

Agridea. (2009). Bodenerosion im Sömmerungsgebiet. Von https://agridea.abacuscity.ch/abauserimage/Agridea_2_Free/1493_2_D.pdf?xet=1745035621912 abgerufen

Agridea. (2014). Bodenverdichtung vermeiden - so funktioniert's! Von https://so.ch/fileadmin/internet/bjd/bjd-afu/20_Boden/2_Boden/243_mb_12_verdichtung_agridea.pdf abgerufen

Agridea. (2019). Humus in Ackerböden - vermehren statt verzehren. Von https://agridea.abacuscity.ch/abauserimage/Agridea_2_Free/3498_2_D.pdf?xet=1582693534457 abgerufen

Agroscope. (2022). Verborgene Biodiversität - Die Vielfalt der Mikroorganismen in unseren Böden. In: Forum für Wissen - Waldböden intakt und funktional; 27-31. WSL. Von https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/umwelt-ressourcen/monitoring-analytik/publikationen/_jcr_content/par/externalcontent.bitexternalcontent.exturl.html/aHR0cHM6Ly9pcmEuYWdyb3Njb3BlLmNoLzAvQWpheC9QdWJsaW/thdGlvbj9laW56ZWxwdWJsaWthdGlvbklkPTU1MDg0JnBhcmVu/dFVybD0lMkYwJTJGGQWpheCUyRlByb2pla3QlMkZJbmRleCUyRj/M3NTY=.html abgerufen

Agroscope. (2025). Bodenökologisches Engineering. Von https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/umwelt-ressourcen/boden-gewaesser-naehrstoffe/pflanzen-boden-interaktionen/bodenoekologisches-engineering.html abgerufen

Agroscope. (2025). Terranimo. Von https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/apps/terranimo.html abgerufen

Agrosocpe. (2025). Humusbilanz-Rechner. Von https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/apps/humusbilanz-rechner.html abgerufen

Arbeitsgruppe Bodenerosion Nordwestschweiz. (1998). Merkblatt Bodenerosion. Von https://www.ag.ch/media/kanton-aargau/bvu/umwelt-natur/boden/243-mb-10-erosion-eine-schleichende-gefahr.pdf abgerufen

BAFU Bundesamt für Umwelt. (2020). Sachplan Fruchtfolgeflächen. Von https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/boden/fachinfo-daten/faktenblatt-sachplan-fruchtfolgeflaechen.pdf.download.pdf/faktenblatt-sachplan.pdf abgerufen

BAFU Bundesamt für Umwelt. (2020). VBBio-Humusreferenzwert für Ackerböden. Von https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/boden/fachinfo-daten/vbbio-humusackerboeden.pdf.download.pdf/VBBio-Humusreferenzwert%20f%C3%BCr%20Ackerb%C3%B6den_2020.pdf abgerufen

BAFU Bundesamt für Umwelt. (2022). Boden: Das Wichtigste in Kürze. Von https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzung-bedeckung/landwirtschaftsflaechen.html abgerufen

BFS Bundesamt für Statistik. (2020). Die Landwirtschaftsflächen der Schweiz. Von https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzung-bedeckung/landwirtschaftsflaechen.html abgerufen

BLW Bundesamt für Landwirtschaft. (2020). Erosionsrisiko-Karte der Schweiz. Von https://map.geo.admin.ch/#/map?lang=de&center=2660000,1190000&z=1&topic=blw&layers=ch.blw.erosion-quantitativ&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&catalogNodes=ech abgerufen

FiBL. (2018). Referenzwerte für Humus in Schweizer Ackerböden. Humus im Vollzug. Von https://www.fibl.org/de/themen/projektdatenbank/projektitem/project/1314 abgerufen

Häfner F. et al. (2025). Wie lässt sich die Bodenqualität mit Indikatoren standortspezifisch beurteilen? Agroscope Nachhaltigkeitstagung 2025. Von https://ira.agroscope.ch/de-CH/Page/Einzelpublikation/Download?einzelpublikationId=63636 abgerufen

Johannes et al. (2017). Optimal organic carbon values for soil structure quality of arable soils. Does clay content matter?. Geoderma, 302, 14-21.

Prashun, V., & Fischler, M. (2007). Wieviel Erde geht verloren? Merkblatt Erosion. Von https://agridea.abacuscity.ch/abauserimage/Agridea_2_Free/1194_2_D.pdf?xet=1744948933170 abgerufen

Spatenprobe. (2022). BodenDok. Von https://spatenprobe.ch/ abgerufen

Terranimo. (2025). Terranimo, Simulationsmodell für die Berechnung des Bodenverdichtungsrisikos. Von https://ch.terranimo.world/light abgerufen

Umweltbundesamt DE. (2015). Bodenatlas. Von https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/landwirtschaft/landwirtschaft_bodenatlas_2015.pdf abgerufen