



Co-funded by
the European Union



UK Research
and Innovation

Co-funded by the European Union under GA no. 101112869 – ECHO and UK Research and Innovation (UKRI) under the GA No. 10068004. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union, UKRI, or the European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union, UKRI nor the REA can be held responsible for them.



CITIZEN
SCIENCE
FACTSHEETS
for
SOIL
HEALTH
INDICATORS
DEUTSCH



ECHO

WAS IST BODEN?

Boden ist eine lebenswichtige, begrenzte Ressource, die als nicht erneuerbar gilt und im menschlichen Zeithorizont unersetzbar ist. Boden ist für die Unterstützung der Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft essenziell. Das Europäische Bodenobservatorium (EUSO) schätzt, dass 60–70 % der europäischen Böden in einem schlechten Zustand sind. Daher ist es entscheidend, Böden nachhaltig zu bewirtschaften und zu schützen, um ihre Erhaltung für zukünftige Generationen zu sichern. Als Reaktion darauf hat die EU Initiativen im Rahmen der EU-Bodenstrategie 2030, der EU-Mission „Ein Bodenpakt für Europa“ und der Bodenüberwachungs- und Resilienzdirektive ins Leben gerufen, um Böden bis 2050 zu schützen, wiederherzustellen und ihre Gesundheit zu gewährleisten. Das Bewusstsein für die lebenswichtige und gesellschaftliche Bedeutung des Bodens zu schärfen, ist entscheidend für das Erreichen dieser Ziele.

Boden wird definiert als „die oberste Schicht der Erdkruste, die sich zwischen dem Festgestein und der Landoberfläche befindet und aus Mineralpartikeln, organischer Substanz, Wasser, Luft und lebenden Organismen besteht.“ Seine Fähigkeit, das Pflanzenwachstum zu unterstützen, Wasser zu regulieren und die Klimaresilienz zu verbessern, macht das Verständnis von Bodeneigenschaften für eine nachhaltige Landwirtschaft unerlässlich. Boden ist zudem grundlegend für die Nahrungsmittelproduktion und trägt zur Nachhaltigkeit bei, indem er essenzielle gesellschaftliche und ökologische Dienstleistungen unterstützt.



WAS IST BODENGESUNDHEIT?

Das Konzept der Bodengesundheit unterstreicht die enge Verbindung zwischen der Gesundheit des Bodens, des Menschen, der Tiere und der Umwelt. Bodengesundheit beschreibt die anhaltende Fähigkeit des Bodens, als lebendiges, dynamisches System zu funktionieren, das Pflanzen, Tiere und Menschen unterstützt und gleichzeitig wesentliche Ökosystemdienstleistungen wie Wasserreinigung, Biodiversität und Klimaregulierung fördert. Sie ist eng mit folgenden Konzepten verknüpft:

- a. **Bodenqualität:** die Fähigkeit des Bodens, bestimmte Funktionen zu erfüllen, insbesondere in der Landwirtschaft und im Umweltschutz, wie Wasserfilterung und Pflanzenwachstum.
- b. **Bodenfruchtbarkeit:** die Fähigkeit des Bodens, essenzielle Nährstoffe für das Pflanzenwachstum bereitzustellen und somit die landwirtschaftliche Produktivität zu unterstützen.

BEDROHUNGEN FÜR DIE BODENGESUNDHEIT

Die Bodengesundheit in der EU und in Schottland steht unter Druck durch verschiedene Faktoren wie:

- Verschmutzung (z. B. Pestizide, Schwermetalle)
- Nährstoffungleichgewicht, Trockenheit
- Bodenerosion (verursacht durch Wind und Wasser)
- Bodenverdichtung

Die Haupttreiber dieser Prozesse sind häufig die Intensivierung der Landwirtschaft, Überweidung sowie Veränderungen in der Landnutzung, deren Auswirkungen durch den Klimawandel weiter verstärkt werden. Diese Faktoren stören wesentliche ökologische Prozesse im Boden (z. B. Kohlenstoffspeicherung, Lebensräume für Mikroorganismen) und unterstreichen die Bedeutung der Erhaltung der Bodengesundheit.



SCHUTZ UND WIEDERHERSTELLUNG DER BODENGESUNDHEIT

Die Erhaltung und Wiederherstellung der Bodengesundheit ist durch eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung möglich, die definiert wird als „Bodenbewirtschaftungspraktiken, die die vom Boden erbrachten Ökosystemleistungen erhalten oder verbessern, ohne die Funktionen zu beeinträchtigen, die diese Leistungen ermöglichen, oder andere Umweltmerkmale zu schädigen.“ Diese Praktiken sind kontextabhängig und variieren je nach Landnutzung (z. B. landwirtschaftliche Flächen, Wälder, städtische und industrielle Gebiete, natürliche und halb-natürliche Gebiete). Aus diesem Grund berücksichtigt das ECHO-Projekt verschiedene Landnutzungen, darunter landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche, städtische sowie Mischlandnutzungen wie Agroforstwirtschaft, um die Vielfalt der Ökosysteme und ihre spezifischen Anforderungen an die Bodengesundheit widerzuspiegeln.

BEWERTUNG DER BODENGESUNDHEIT

Die Bodengesundheit wird anhand einfacher und praktischer Indikatoren bewertet, wie z. B. Schadstoffgehalt, organische Bodensubstanz, pH-Wert, Bodenstruktur und Regenwurmorkommen. Diese Indikatoren helfen Landnutzer:innen, die natürlichen Grenzen jedes Systems zu verstehen. Die Bewertung der Bodengesundheit ist aus mehreren Gründen wichtig, darunter die Fruchtbarkeit der Nutzpflanzen, die Identifizierung von Bodendegradationsprozessen, die Bewertung der Bodenbiodiversität, Bildungszwecke und die Selbsteinschätzung von landwirtschaftlichen Betrieben.

Landwirtschaftliche Böden bedecken mehr als 33 % der Landfläche der EU und liefern Nahrung für Menschen sowie Nutztier, Rohstoffe für die Industrie und Exporte in Drittländer. Ihre Erhaltung ist jedoch eine Herausforderung aufgrund von Bedrohungen wie Bodenverdichtung, Erosion, Verlust von organischem Kohlenstoff, übermäßigem Düngemittelgebrauch und Verschmutzung. Natürliche Gebiete, einschließlich Wälder und Graslandschaften, machen fast 40 % der EU-Fläche aus und bieten wichtige Ökosystemdienstleistungen wie Kohlenstoffspeicherung, Wasseraufnahme und -reinigung sowie Lebensräume für Wildtiere. Urbane Böden, die nur 3,4 % der EU-Fläche ausmachen, befinden sich oft in städtischen Grünflächen wie Parks. Trotz ihrer begrenzten Fläche ist die Bewertung der Bodengesundheit in städtischen Gebieten entscheidend, um das öffentliche Bewusstsein für Bodenschutz zu stärken und naturbasierte Lösungen wie Gärten, Obstgärten und Bäume zu fördern. Die Bewertung der Bodengesundheit in verschiedenen Landnutzungen und die Sensibilisierung der Bürger:innen für den Bodenschutz sind zentrale Ziele des ECHO-Projekts.



ECHO BODENGESUNDHEITSINDIKATOREN

Die Bewertung der Bodengesundheit in ECHO basiert auf den acht Bodengesundheitsindikatoren, die im Umsetzungsplan der Bodenmission beschrieben sind:

1. Vorhandensein von Schadstoffen (Rückstände von Metallen und Kunststoffen)
2. Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden
3. Bodenstruktur
4. Bodennährstoffe und pH-Wert
5. Bodenbiodiversität
6. Vegetationsbedeckung
7. Waldbedeckung
8. Landschaftsheterogenität

1. VORHANDENSEIN VON VERSCHMUTZUNG

Bodenverschmutzungen umfassen eine Vielzahl von Schadstoffen, einschließlich organischer und anorganischer Verbindungen, die hauptsächlich mit menschlichen Aktivitäten wie Abfallentsorgung, Bergbau, Einsatz von Agrochemikalien, industriellen Prozessen und atmosphärischer Ablagerung verbunden sind. Diese Verschmutzung verringert die Fähigkeit des Bodens, das Pflanzenwachstum, die Wasserfilterung und die Kohlenstoffspeicherung zu unterstützen, was zu verringerten Ernteerträgen, einem Rückgang der organischen Substanz, einer begrenzten Puffer- und Filterkapazität und erhöhten Treibhausgasemissionen führt, die zum Klimawandel beitragen. Bodenverschmutzung stört das Nährstoffgleichgewicht, indem sie die Bodenbiodiversität und die Verfügbarkeit von Nährstoffen verändert, was zu einer Verringerung der Vegetationsbedeckung und einem Anstieg des Überschwemmungsrisikos führt. Manchmal führt sie zudem dazu, dass der Boden ungeeignet für Landwirtschaft, Wohnbau oder Freizeitnutzung ist. Einige Schadstoffe, wie Schwermetalle (z. B. Arsen, Kadmium und Blei), sind auch in kleinen Mengen giftig für Pflanzen, Tiere und Menschen. Andere, wie Mikroplastik oder Chemikalien aus Medikamenten sowie Körperpflegeprodukten, stellen erhebliche Herausforderungen für die Kontrolle und Regeneration des Bodens dar, da ihre langfristigen Auswirkungen auf die Bodenqualität und das Funktionieren des Ökosystems unbekannt sind.

In der EU sind etwa 30 % der Böden bereits verschmutzt, mit überhöhten Konzentrationen von Schwermetallen wie Arsen, Kadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Blei, Zink, Antimon, Kobalt und Nickel im Oberboden. Während einige Schwermetalle wie Kupfer, Zink und Nickel in Spuren Mengen für das Pflanzenwachstum unerlässlich sind, können Schwermetalle in übermäßigen Mengen das Pflanzenwachstum stören, biologische Funktionen schädigen und sich in der Umwelt anreichern, was langfristig zu ökologischen und gesundheitlichen Problemen führt.

Das ECHO-Projekt bewertet Bodenverschmutzungen auf zwei Arten:

- **Vor Ort** durch visuelle Inspektion von Plastik- und Metallabfällen
- **Außerhalb des Geländes** durch eine Messung der Konzentration von Schwermetallen mittels Röntgenfluoreszenzanalyse, einer schnellen, zerstörungsfreien Analyseverfahren.

Die aktive Beteiligung der Bürger spielt eine Schlüsselrolle bei der Bewertung von Schadstoffen. Durch visuelle Beobachtungstechniken können die Menschen lernen, sichtbare Anzeichen von Bodenverschmutzung zu erkennen (wie ungewöhnliche Bodentexturen und das Vorhandensein von Abfällen).

2. MENGE AN ORGANISCHEM KOHLENSTOFF IM BODEN

WAS IST ORGANISCHE SUBSTANZ IM BODEN?

Organische Substanz im Boden (soil organic matter, SOM) stammt von zersetzten Pflanzen- und Tierresten, die durch Mikroben abhängig von Temperatur, Feuchtigkeit und spezifische Bodenbedingungen abgebaut werden. Der Hauptbestandteil der organischen Bodensubstanz ist Kohlenstoff, der oft als organischer Kohlenstoff im Boden (soil organic carbon, SOC) bezeichnet wird.

WICHTIGKEIT DER ORGANISCHEN SUBSTANZ IM BODEN

Die organische Substanz im Boden liefert essentielle Nährstoffe für Pflanzen und dient als Nahrungsquelle für Bodenorganismen.

Die organische Substanz im Boden erhält oder verbessert die Bodenstruktur und die Fähigkeit des Bodens, Wasser zu halten.

Die organische Substanz im Boden spielt eine entscheidende Rolle für Ökosystemdienstleistungen. Sie ist insbesondere für die Klimaregulierung relevant, da sie eine wichtige Rolle bei der Kohlenstoffspeicherung spielt und dadurch zur Klimaregulierung beiträgt.

Die organische Substanz im Boden stellt den größten Kohlenstoffvorrat in den meisten terrestrischen Ökosystemen dar und ist nach den Ozeanen der zweitgrößte Kohlenstoffspeicher.

FAKTOREN, DIE DEN GEHALT AN ORGANISCHER SUBSTANZ IM BODEN BEEINFLUSSEN

- Natürliche Faktoren (z. B. Klima, Bodentyp oder Vegetation).
- Vom Menschen verursachte Faktoren (z. B. Landnutzung, Bewirtschaftungspraktiken und Degradierung).

SCHÄTZUNG DES GEHALT AN ORGANISCHER SUBSTANZ IM BODEN

Die Farbe des Bodens ist ein nützlicher Indikator zur Beurteilung des Gehalts an organischer Substanz im Boden: Dunkler Boden weist auf einen höheren Gehalt an organischer Substanz hin. Obwohl die organische Substanz im Boden durch Laboranalysen (chemische, Verbrennungs- sowie physikalische Methoden) gemessen werden kann, kann die Farbe des Bodens im Feld bereits wertvolle Einblicke in Schlüsselfaktoren wie Mineralzusammensetzung, organische Materie, Eisengehalt und Feuchtigkeitsgehalt geben.

VERLUST VON ORGANISCHER SUBSTANZ UND BODENGESUNDHEIT

Der Verlust von organischer Substanz im Boden kann zu Bodendegradation führen. Dies kann verringerte Erträge und verminderte Vegetationsbedeckung zur Folge haben und negative Auswirkungen auf den Nährstoffkreislauf, die Kohlenstoffspeicherung, die Puffer- und Filterkapazität sowie die biologische Vielfalt des Bodens haben. Der Schutz und die Verbesserung von organischer Substanz im Boden sind entscheidend. Politische Rahmenbedingungen, die die Landnutzung und Veränderungen in der Landnutzung beeinflussen, können sich erheblich auf den Anteil an organischer Substanz im Boden und damit auf die Bodengesundheit auswirken.



3. BODENSTRUKTUR UND BODENTEXTUR

WAS IST DIE BODENSTRUKTUR?

Die Bodenstruktur bezieht sich auf die dreidimensionale Anordnung der Bodenpartikel und Aggregatstrukturen. Diese Aggregate bestehen aus mineralischen Partikeln (Sand, Schluff und Ton) und SOM und bilden Poren, die Wurzeln, Pilze, Bakterien und andere Organismen unterstützen können. Die Art der Bodenstruktur beeinflusst die Bewegung von Wasser, die Luftzirkulation und die allgemeine Gesundheit des Bodens. Die Bodenstruktur wird in der Regel durch visuelle Identifizierung der vorhandenen Aggregattypen bewertet. Die häufigsten Bodenstrukturtypen umfassen **massive (A)**, **prismatische (B)**, **blockartige (C)** und **körnigen (D)** Strukturen.

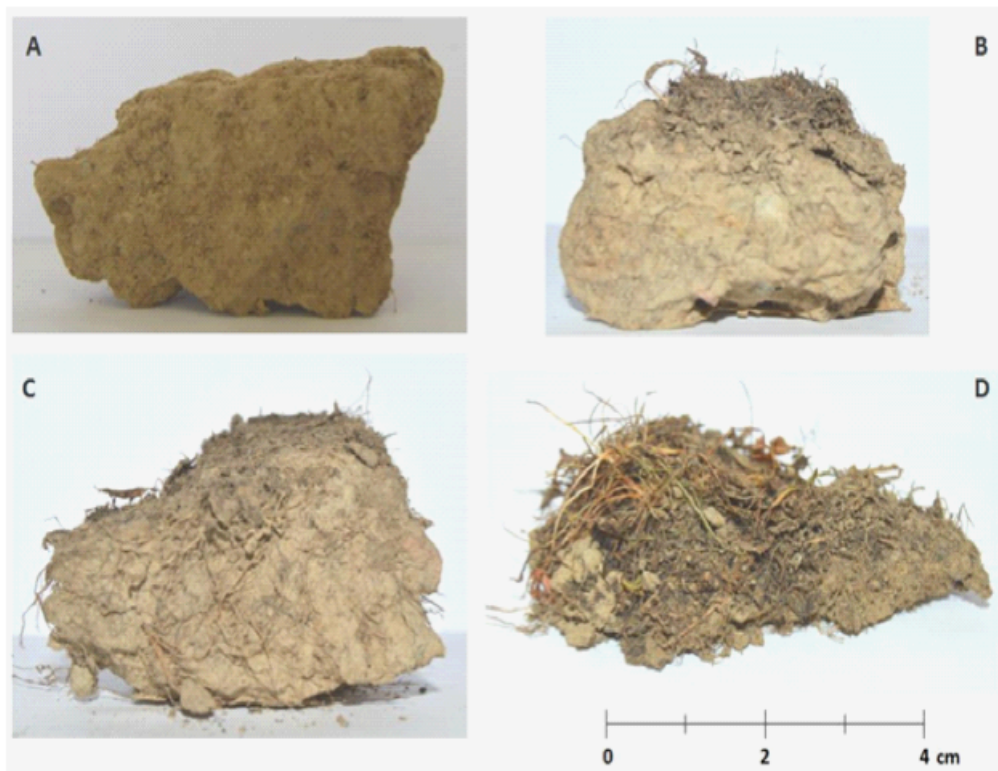
WICHTIGKEIT DER BODENSTRUKTUR

Ein gut strukturierter Boden verbessert:

- Die Wasserretention und Drainage.
- Die Luftzirkulation für Pflanzenwurzeln und Bodenorganismen.
- Erhöht die Widerstandsfähigkeit und Resilienz gegen Bodendegradationsprozesse (z. B. Verdichtung und Erosion).

BEDROHUNGEN FÜR DIE BODENSTRUKTUR

Die Bodenstruktur ist eine empfindliche Eigenschaft, die schnell durch Faktoren wie Erosion, Verdichtung, Rückgang der organischen Substanz des Bodens (SOM) und anthropogene Aktivitäten verändert werden kann.



Beispiele für verschiedene Bodenstrukturtypen: A: massiv, B: prismatisch, C: blockig, D: granular.

WIE MAN DIE BODENSTRUKTUR VERBESSERT UND SCHÜTZT

- **Aufforstung** (Pflanzung von Bäumen an Orten, wo zuvor keine Wälder standen) und **Wiederaufforstung** (Wiederherstellung von Wäldern durch Baumpflanzungen) können die Bodenstruktur verbessern. Dies geschieht durch Wurzelsysteme, die die Aggregatstabilität fördern, durch die Zunahme organischer Substanz durch Laubstreu sowie durch die Verringerung von Erosion.
- **Pflanzen**, die als Zwischenfrüchte oder Gründüngung genutzt werden, dienen dazu, den Boden mit organischen Stoffen anzureichern und seine Struktur zu lockern.
- **Erosionsschutzmaßnahmen**, wie das Pflanzen von Vegetation an Hängen oder der Einsatz von Schlammsäunen, können helfen, die Integrität und Struktur des Bodens zu erhalten.
- **Mulchen** kann die Bodenfeuchtigkeit erhalten und die Erosion verringern, sowie organische Substanz allmählich hinzufügen, während sie sich zersetzt, und die Bodenstruktur verbessern.
- Die **Reduzierung von Aktivitäten**, die den Boden stören, wie starker Fußverkehr oder Bauarbeiten, kann helfen, die Bodenstruktur zu erhalten und eine Verdichtung zu verhindern.
- **Bodenbelüftung** (mechanische oder manuelle Methoden) kann helfen, die Bewegung von Luft und Wasser zu verbessern.
- Der Einsatz von **durchlässigen Oberflächen** wie durchlässigen Pflastermaterialien kann die Wasserinfiltration verbessern und den Oberflächenabfluss verringern, wodurch die Struktur des Bodens darunter gefördert wird.

WAS IST BODENTEXTUR?

Bodentextur bezieht sich auf die Größe der Mineralpartikel und wird in drei Haupttypen unterteilt: Sand (0,05 mm – 2 mm), Schluff (0,002 mm – 0,05 mm) und Ton (<0,002 mm). Die meisten Böden enthalten eine Mischung dieser Partikel, die verschiedene Texturklassen wie sandig, sandiger Ton, schluffig, schluffiger Lehm, tonhaltig und Tonlehm bilden.

BEDEUTUNG DER BODENTEXTUR

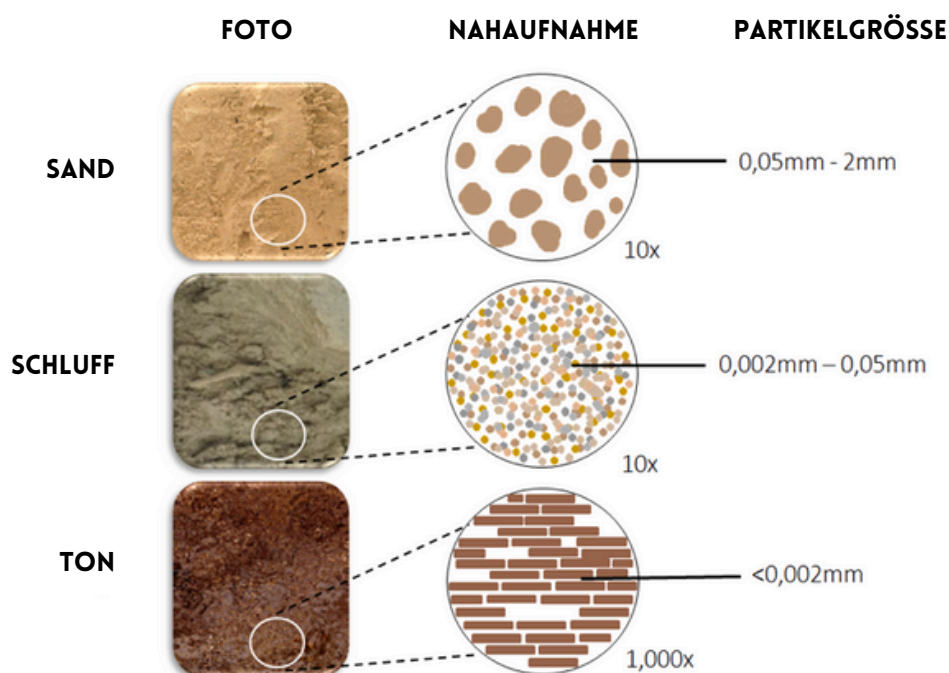
Die Bodentextur beeinflusst viele Bodeneigenschaften:

- Wasserinfiltration und -retention: Sand im Boden fördert die Drainage, während Ton Wasser speichert. Ein Überschuss an Ton kann zu Staunässe führen.
- Nährstoffaufnahme: Tonböden können mehr Nährstoffe speichern, während zu viel Ton zu Verdichtung führen kann.
- Bodenbelüftung: Sand kann dabei helfen.
- Das Verständnis der Bodentextur ist entscheidend für eine effektive Bewirtschaftung unterschiedlicher Landnutzungen.

BEDROHUNGEN FÜR DIE BODENTEXTUR

- Verdichtung durch schwere Maschinen kann die Porosität des Bodens verringern.
- Erosion durch Bodenbearbeitung, Pflügen oder Unterpflügen kann die Textur im Laufe der Zeit verändern.

Während die Bodenstruktur oft relativ schnell wiederhergestellt werden kann, dauert es länger, die Textur zu verändern. Bedeutende Texturveränderungen sind seltener und treten normalerweise aufgrund von Erosions- und Ablagerungsprozessen auf. Die Auswirkungen dieser Veränderungen auf die Bodengesundheit sind oft schwerer im kurzfristigen Zeitraum zu beheben.

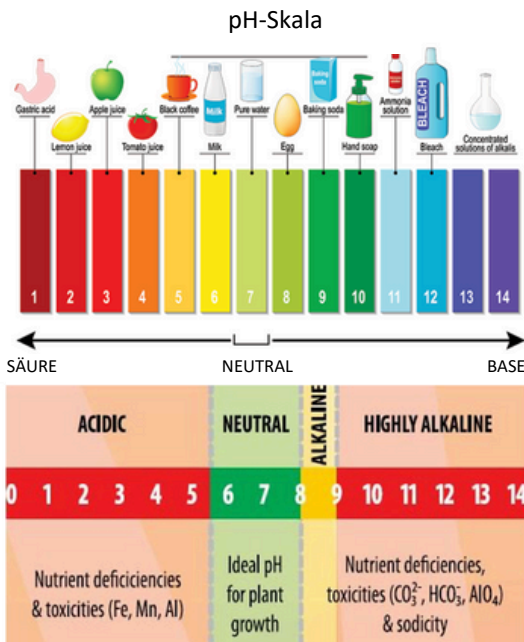


Mineralische Bruchteile des feinen Erdbodens ($\phi < 2$ mm).

4. pH-WERT DES BODENS

WAS IST DER pH DES BODENS?

Der pH-Wert des Bodens ist ein Indikator für die Säure- oder Alkalinität des Bodens, der von sehr sauer (3-4) bis sehr alkalisch (8-9) reicht und ein wichtiger Indikator für die Gesundheit des Bodens ist.



BEDEUTUNG DES pH-WERTS DES BODENS

Der pH-Wert des Bodens beeinflusst:

- **Verfügbarkeit von Nährstoffen:** Einige Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor sind in bestimmten pH-Bereichen besser verfügbar.
- **Biologische Aktivität:** Die meisten Organismen, einschließlich Pflanzen und Mikroorganismen, gedeihen am besten innerhalb eines bestimmten pH-Bereichs, sodass extreme Säure- oder Alkalinität ihre Aktivitäten negativ beeinflussen kann.

Indikative pH-Werte innerhalb eines logischen Kontextes, um ihre richtige Interpretation zu ermöglichen.

FAKTOREN, DIE DEN pH-WERT DES BODENS BEEINFLUSSEN

- Natürliche Faktoren wie Klima, Niederschlag, Zersetzung von organischer Substanz, Wurzelatmung und Laubzusammensetzung.
- Menschliche Faktoren wie Bewässerung in trockenen/semi-ariden Regionen, Änderungen der Landnutzung und Bewirtschaftungspraktiken, unzureichende Abfallbewirtschaftung in städtischen Gebieten.

BEWERTUNG DES pH-WERTS

Die Messung des pH-Werts des Bodens ist eine schnelle und effektive Methode zur Beurteilung der Bodengesundheit aus chemischer Sicht. Die pH-Werte müssen jedoch unter Berücksichtigung lokaler Faktoren wie Klima, Vegetation und Vorherrschender Gesteinsarten interpretiert werden. Rasche pH-Schwankungen können die mikrobielle Aktivität stören, was den Nährstoff- und Kohlenstoffkreislauf beeinträchtigen, die Nährstoffverfügbarkeit für Pflanzen verringern und die Bodenqualität insgesamt schädigen kann. Diese Veränderungen sind häufig mit einer falschen Nutzung des Bodens verbunden (z. B. Überdüngung, Abholzung, Abfallentsorgung und Verschmutzung). Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert nachhaltige Landbewirtschaftungspraktiken, die die Auswirkungen des pH-Werts des Bodens auf verschiedene Landnutzungen berücksichtigen.

5. BODENBIODIVERSITÄT

WAS IST BODENBIODIVERSITÄT?

Bodenbiodiversität ist die "Variation des Bodenlebens, von Genen bis hin zu Lebensgemeinschaft und den ökologischen systemen, zu denen sie gehören, also von Mikrohabitaten im Boden bis zu Landschaften" (Übereinkommen über die biologische Vielfalt, CBD). Bodenbiodiversität wird verwendet, um die Anzahl der Arten und ihre Häufigkeit auszudrücken, einschließlich Bakterien, Pilzen, Protisten, Nematoden, Arthropoden, Regenwürmern und Säugetieren. Diese Organismen werden nach ihrer Größe in Mikro-, Meso-, Makro- und Megafauna eingeteilt.

WICHTIGKEIT DER BODENBIODIVERSITÄT

Die Bodenbiodiversität spielt eine entscheidende Rolle bei:

- Dem Nährstoffkreislauf, indem organisches Material abgebaut und Nährstoffe den Pflanzen verfügbar gemacht werden.
- Der Wasserregulierung, indem die Bodenstruktur verbessert, die Wasserinfiltration unterstützt und die Bodenerosion verringert wird.
- Dem Management von Schädlingen und Krankheiten, mit natürlichen Fressfeinden, die schädliche Organismen regulieren.
- Der Erhaltung der Bodenstruktur, mit Organismen wie Regenwürmern, die die Belüftung des Bodens und das Eindringen von Wurzeln verbessern.
- Der Entgiftung von Schadstoffen, mit einigen Mikroben, die Schadstoffe abbauen können.

Diese Dienstleistungen sind entscheidend für die Landwirtschaft, die Wasserqualität, die Klimaregulierung und die allgemeine Gesundheit der Ökosysteme.

BEWERTUNG DER BODENBIODIVERSITÄT

Die Bodenbiodiversität kann mit verschiedenen Methoden bewertet werden, je nach Organismengruppe und den benötigten Daten, wie der Artenhäufigkeit (Anzahl der Individuen einer Art) oder ihrer Rolle in den Bodenfunktionen. Wirbellose Tiere wie Regenwürmer können direkt beobachtet werden, wohingegen die Identifizierung von Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen eine Laboranalyse erfordert. Dabei wird genetisches Material extrahiert und analysiert, um die Organismen zu bestimmen.

Im ECHO-Projekt wird die Bodenbiodiversität bewertet:

- Vor Ort durch das Zählen von Regenwürmern, da ihre Vorkommen viel über die Bodenstruktur und -qualität aussagen kann. Um jedoch wissenschaftlich korrekt zu sein, sind die Zahlen der Regenwürmer nur relevant, wenn die vorhandenen Arten identifiziert werden.
- Außerhalb des Standorts durch den Einsatz von DNA-basierten Sequenzierungstechniken zur Untersuchung der Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft.



VERLUST DER BODENBIODIVERSITÄT UND BODENGESUNDHEIT

Der Verlust der Bodenbiodiversität, oft verursacht durch menschliche Aktivitäten, beeinträchtigt die Bodengesundheit durch:

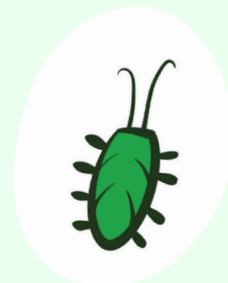
- Verringerung der Anzahl der Organismen.
- Eliminierung von Schlüsselarten.
- Störung ihrer Interaktionen und Beeinträchtigung des natürlichen Gleichgewichts des Boden-Nahrungsnetzes.

Dieser Verlust der Biodiversität kann irreparable Schäden verursachen und die Fähigkeit des Bodens verringern, Schädlinge zu widerstehen, Wasser zu speichern, Nährstoffe aufzunehmen und den Nährstoffkreislauf sowie die Fruchtbarkeit aufrechtzuerhalten.

WIE MAN DIE BODENBIODIVERSITÄT VERBESSERT UND SCHÜTZT

Die Bodenbiodiversität und die Landnutzungs- und Bewirtschaftungspraktiken sind eng miteinander verknüpft. Eine nachhaltige Bewirtschaftung aller Landnutzungen ist entscheidend für den Erhalt der Bodenbiodiversität und der damit verbundenen Ökosystemleistungen. Einige Beispiele für nachhaltige Bewirtschaftungspraktiken, die die Bodenbiodiversität erhalten:

- **Reduzierung von Bodenstörungen** durch Minimierung von Pflügen und dem Einsatz schwerer Maschinen.
- **Erhöhung der organischen Substanz** durch Verwendung von Kompost, Mist und Deckfrüchten.
- **Förderung der Kulturpflanzenvielfalt** durch die Unterstützung einer Vielzahl von Pflanzen, die unterschiedliche Bodenorganismen fördern. Dies kann die Bodenbiodiversität fördern, indem es die Vielfalt der Lebensräume verbessert.
- **Schutz natürlicher Lebensräume** durch die Erhaltung von Feuchtgebieten, Wäldern und Grasland zur Aufrechterhaltung der Biodiversität. Dadurch werden vielfältige mikrobielle und faunistische Gemeinschaften im Boden gefördert.



6. VEGETATIONSBEDECKUNG

7. WALDBEDECKUNG

8. LANDSCHAFTSHETEROGENITÄT

ECHO wird die Auswirkungen der Vegetation auf die Bodengesundheit unter Verwendung von drei Schlüsselindikatoren bewerten: Vegetationsbedeckung, Waldbedeckung und Landschaftsheterogenität.

BEDEUTUNG DER VEGETATIONSBEDECKUNG

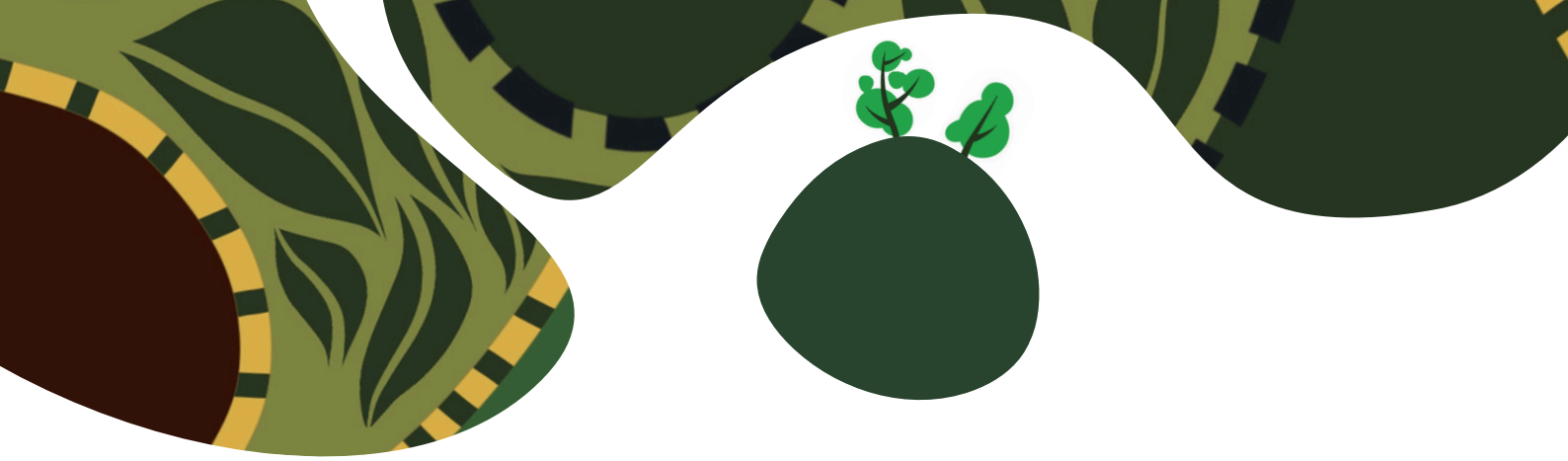
Die Vegetationsdeckung spielt eine entscheidende Rolle bei der Erhaltung der Bodengesundheit und -stabilität, indem sie:

- Die Verdichtung des Bodens verhindert, da Pflanzenwurzeln die Bodenstruktur verbessern und die Bewegung von Luft und Wasser ermöglichen.
- Das Erosionsrisiko verringert, indem sie den Boden vor Wasser- und Winderosion schützt.
- CO₂-Emissionen begrenzt, die durch die schnelle Oxidation von organischer Substanz im Boden entstehen können, wenn der Boden freigelegt wird.
- Die Bodenbiodiversität fördert, da Pflanzenwurzeln zur Verbesserung der Bodenstruktur, der Belüftung und Wasserinfiltration und des Gehalts an organischer Substanz beitragen.

BEDEUTUNG DER WALDBEDECKUNG

Die Waldbedeckung (Baumdichte in einem bestimmten Gebiet) bietet wesentliche Ökosystemleistungen wie:

- Kohlenstoffbindung, da Bäume Kohlenstoff absorbieren und speichern, was den Klimawandel mildert.
- Wasserfiltration zur Reinigung und Verbesserung der Wasserqualität.
- Erosionskontrolle, wobei Baumwurzeln den Boden stabilisieren, was die Bodendegradation verringert.
- Hochwasser- und Dürrenschutz, indem Wasser im Boden gehalten wird, wodurch Überschwemmungsrisiken reduziert und die Feuchtigkeit in trockeneren Perioden aufrechterhalten wird.
- Krankheitsreduzierung, da Wälder helfen, die Populationen von Schädlingen und die Ausbreitung von Krankheiten zu verringern.



BEDEUTUNG DER HETEROGENEITÄT DES LANDESCHAFTS

Die Landschaftsheterogenität ist die Vielfalt der Lebensräume innerhalb einer Landschaft und beeinflusst die Biodiversität sowie die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen. Die Landschaftsheterogenität unterstützt:

- Vielfältige Arten, indem sie unterschiedliche Lebensräume für verschiedene Organismen bereitstellt.
- Verbesserung der Bodenfunktionen durch Verbesserung des Nährstoffkreislaufs und der Bodenstabilität.
- Förderung der ökologischen Widerstandsfähigkeit durch vielfältige Lebensräume, die Ökosystemen helfen, sich von Störungen wie klimatischen Extremen zu erholen.
- Verbesserung der Wildtiervernetzung durch Korridore zwischen Lebensräumen, um die Bewegung von Arten zu gewährleisten.

INTERPRETATION DER VEGETATIONSDECKE, DER WALDBEDECKUNG UND DER LANDESCHAFTSHETEROGENITÄT AUF DIE BODENGESUNDHEIT

Der Einfluss der Interpretation der Vegetationsdecke, der Waldbedeckung und der Landschaftsheterogenität variiert je nach Art der Landnutzung:

1. Städtische Gebiete:

- Stark von menschlichen Aktivitäten beeinflusst, aber in Bereichen wie städtischen Parks besser geschützt.
- Die Degradierung städtischer Böden kann ihre Fähigkeit zur Kohlenstoffspeicherung, zur Regulierung der Temperaturen (Reduzierung von städtischen Wärmeinseln), zur Filterung von Schadstoffen, zum Management von Regenwasser, zur Unterstützung von Wildtieren und zur Bereitstellung von Erholungsräumen verringern.

2. Landwirtschaftliche Gebiete:

- Vegetationsdecke wird oft entfernt, typischerweise durch den Einsatz von Herbiziden, was den Boden der Erosion aussetzt und den Verlust von organischer Substanz durch Oxidation beschleunigt.
- Nachhaltige Praktiken wie Deckfruchtanbau tragen dazu bei, die Bodengesundheit zu erhalten und den Nährstoffverlust zu verringern.

3. Waldgebiete:

- Wälder unterstützen die Biodiversität des Bodens und die Bodengesundheit.
- Zu den Bedrohungen zählen der Rückgang der Baumanzahl durch Waldbrände, Stürme, Holzeinschlag, durch Schädlinge verursachtes Absterben sowie Landnutzungsmaßnahmen wie Straßenbau und der Einsatz schwerer Maschinen.

Die wichtigsten Bodenproblemen in der EU sind:

- Verlust der Vegetationsdecke, was den Bodenverlust während Regenfällen erhöht, die Fähigkeit des Bodens zur Überschwemmungsregulierung verringert und große Mengen an Kohlenstoff in die Atmosphäre freisetzt.
- Vereinfachung der Landschaft, die sowohl durch intensive Landwirtschaft als auch durch Landaufgabe verursacht wird, verringert die Biodiversität und schwächt die Fähigkeit der Natur, Waldbrände zu verhindern und die Ausbreitung von Schädlingen zu kontrollieren.
- Fehlmanagement der Landnutzung, einschließlich Überweidung, Abholzung, übermäßiger Düngung, unangemessener Bewässerung und urbaner Ausbreitung, kann irreparable Schäden an der Biodiversität und Integrität des Bodens verursachen und die Gesundheit des Bodens für zukünftige Generationen gefährden.

WIE MAN DIE BODENGESUNDHEIT SCHÜTZT UND ERHÄLT

Nachhaltige Landbewirtschaftungspraktiken umfassen:

- **Erhöhung der Vegetationsdecke** durch den Einsatz von Deckfrüchten, das Pflanzen einheimischer Vegetation und die Reduzierung der Bodenaussetzung.
- **Schutz und Wiederherstellung von Wäldern** durch Förderung der Aufforstung und nachhaltiger Forstwirtschaft.
- **Förderung der Landschaftsvielfalt** durch die Aufrechterhaltung gemischter Nutzungsgebiete, um die Resilienz von Ökosystemen zu stärken.

