



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.

FIELD PROTOCOLS

DEUTSCH



ECHO

BEWERTUNG DER BODENGESUNDHEIT

Im ECHO-Projekt können Sie die Bodengesundheit bewerten, indem Sie sich auf acht Schlüsselkriterien konzentrieren. Diese sind im Implementierungsplan der EU-Mission "A Soil Deal for Europe" beschrieben. Diese Anleitung führt Sie Schritt-für-Schritt durch die Probenentnahme und die Bewertung der acht Bodenqualitätsindikatoren. Sie können die Indikatoren zum Teil direkt im Feld selbst prüfen und zum Teil im Labor prüfen lassen. Die acht Indikatoren sind:

- 1. Vorhandensein von Schadstoffen und Nährstoffen im Boden**
- 2. Organische Substanz im Boden**
- 3. Bodenstruktur und Bodentextur**
- 4. Bodenbiodiversität**
- 5. pH-Wert des Bodens**
- 6. Vegetationsbedeckung**
- 7. Heterogenität der Landschaft**
- 8. Waldbedeckung**

Als Bürgerwissenschaftler:in erhalten Sie das ECHO-Toolkit von Ihre:r ECHO-Botschafter:in. Jedes Toolkit ist zum Sammeln einer einzelnen Bodenprobe konzipiert und enthält alle Materialien für die Bodenprobenentnahme, einschließlich Behälter und Informationsmaterial. Das Toolkit ist so konzipiert, dass es alles enthält, was für die Analyse der Bodenindikatoren erforderlich ist. Die Ausnahme ist ein Behälter mit Leitungswasser, den Sie bitte am Tag der Probenentnahme selbst mitbringen sollten. Videos, die den gesamten Prozess zeigen, sind auf unserem ECHO-YouTube-Kanal verfügbar (<https://www.youtube.com/@ECHOsoilproject>). Außerdem können Sie detaillierte Informationen zu den Bodengesundheitsindikatoren über die App herunterladen.



Detaillierter Inhalt des ECHO-Toolkits:

1. Anweisungen
2. Schutzhandschuhe;
3. Ein Metallspaten;
4. Ein Holzlöffel;
5. Ein 15 mL Plastikbehälter mit destilliertem Wasser;
6. Ein Teststreifen für die pH Analyse;
7. Ein 5 mL Plastikbehälter mit Konservierungslösung*;
8. Ein kleiner biologisch abbaubarer Plastikbeutel;
9. Ein großer biologisch abbaubarer Plastikbeutel mit QR-Code.

(*) Die Konservierungslösung ist nicht schädlich und ein von der Firma bereitgestelltes Informationsblatt enthält alle Details dazu. Dennoch sollten Sie das Röhrchen vorsichtig verwenden, Handschuhe zum Schutz tragen und das Lösungsmittel nicht trinken. Halten Sie das Toolkit außerhalb der Reichweite unbeaufsichtigter Kinder, um versehentliches Verschlucken zu vermeiden.

FELD-PROTOKOLLE

Auf Grundlage der im Umsetzungsplan der Mission Boden dargelegten Indikatoren können verschiedene Methoden für die Bodenanalyse in Betracht gezogen werden. Diese wurden für die Aktivitäten von ECHO vereinfacht und extra auf die Nutzung durch Bürger:innen zugeschnitten. Dieser Ansatz unterstreicht die primäre Rolle der Bürgerwissenschaft und ermöglicht es, auch jüngere Teilnehmer:innen einzubinden, sodass diese mit Unterstützung von Erwachsenen den Aktivitäten nachgehen können.

Im Rahmen von ECHO werden die Bürger:innen Daten sowohl direkt durch Vor-Ort-Aktivitäten als auch indirekt durch laborgestützte (externe) Analysen sammeln, um die zuvor beschriebenen Indikatoren zu bewerten.

Die detaillierten Protokolle in den folgenden Abschnitten sollen die Bürger:innen bei der Bewertung der Bodengesundheit an dem von ihnen gewählten Ort unterstützen. Die Feldprotokolle sind eine Ergänzung zu dem aus D2.3 abgeleiteten Handbuch und vermitteln ein tieferes Verständnis der Theorie, die hinter jeder Leitlinie zur Bewertung der acht Bodengesundheitsindikatoren steckt.



AKTIVITÄTEN VOR ORT

1. AUSWAHL DES PROBENAHMEORTES UND DER ZEIT

Als Bürgerwissenschaftsprojekt ermöglicht ECHO jeder Teilnehmerin und jedem Teilnehmer, den Probenentnahmeort selbstständig zu wählen. Wenn Sie Zweifel an dem von Ihnen gewählten Bereich haben, wenden Sie sich bitte an das ECHO-Team oder an Ihre zuständige ECHO-Botschafterin oder Ihren zuständigen ECHO-Botschafter.

Die Wahl des richtigen Probenahmeortes ist entscheidend, um genaue und aussagekräftige Ergebnisse zu gewährleisten. Ein gut ausgewählter Standort hilft dabei, die genauen Eigenschaften des Bodens zu erfassen, die lokalen Bedingungen widerzuspiegeln und wertvolle Daten zu liefern, um die Bodengesundheit effektiv zu beurteilen.

Es ist am besten, Probenahmen zu vermeiden, wenn der Boden zu nass ist, z. B. nach starken Regenfällen, oder zu trocken ist, z. B. bei Hitzewellen im Sommer. In kälteren Regionen sollten Sie keine Proben nehmen, wenn der Boden im Winter gefroren und mit Schnee bedeckt und im Frühjahr mit Wasser durchtränkt ist. Vielmehr empfiehlt es sich, in den Sommermonaten Proben zu entnehmen, um repräsentativere Ergebnisse zu erhalten.

Bitte beachten Sie, dass ein ECHO-Kit für eine einzige vollständige Probenahme ausgelegt ist. Die sich darin befindenden Materialien sind auf eine Probe beschränkt.

Wenn Sie als Gruppe von Bürgerwissenschaftler:innen Bodenproben sammeln, stellen Sie bitte sicher, dass:

1. Sie eine Probenahme durchführen und dabei alle erforderlichen Schritte über die ECHO-App befolgen, bevor Sie ein anderes Kit öffnen.
2. Es ist darauf zu achten, dass der Abstand zwischen den Probenahmestellen mindestens 50 Meter beträgt.

PRAKTISCHE RATSCHLÄGE

Vergewissern Sie sich vor der Entnahme von Bodenproben, dass Sie über die erforderliche Genehmigung verfügen, um den ausgewählten Standort zu untersuchen, insbesondere wenn es sich nicht um Ihr Eigentum handelt. Wenn die Probenahmestelle nicht zugänglich ist (z. B. aufgrund von Barrieren oder Sperrzonen), gehen Sie kein Risiko ein und wählen Sie stattdessen eine alternative Stelle. Vermeiden Sie auch die Probenahme in empfindlichen Umgebungen (z. B. gesetzlich geschützten Gebieten), die empfindlich auf Störungen reagieren und anfällig für Degradation sind.

2. GPS-KOORDINATEN

Sobald Sie Ihren Probenahmeort ausgewählt haben, ist es wichtig, die GPS-Koordinaten aufzuzeichnen, da uns dies hilft, den spezifischen Kontext und die Eigenschaften des Gebiets zu identifizieren und die von Ihnen gesammelten Daten zu ergänzen. Darüber hinaus ermöglicht es eine bessere Kartierung der Bodengesundheit in verschiedenen Regionen, Vergleiche zwischen verschiedenen Standorten zu ziehen. Dies gewährleistet zudem die Reproduzierbarkeit der Studie, was zur Erstellung einer durch Bürgerwissenschaft generierten Bodenkarte beiträgt.

Die auf der Karte gespeicherten GPS-Koordinaten zeigen ein Gebiet an, keinen genauen Punkt. Wenn Sie sich in einem Gebiet ohne Internetverbindung befinden, können Sie die Koordinaten offline speichern. Wenn Sie Hilfe bei der Aufzeichnung Ihrer GPS-Koordinaten benötigen, kontaktieren Sie uns im Voraus oder wenden Sie sich an Ihre ECHO-Botschafterin oder an Ihren ECHO-Botschafter. Ihre Koordinaten werden erst weitergegeben, wenn Sie die Genehmigung über die ECHO-App erteilt haben, und sie werden nur für die Dauer der Probenahme verwendet.



3. VEGETATIONSBEDECKUNG, WALDBEDECKUNG, HETEROGENITÄT DER LANDSCHAFT

Die Beschreibung von Vegetation, Waldbedeckung und Landschaftsheterogenität ist von entscheidender Bedeutung, da sie zum Verständnis von Bodengesundheit und ihrer Wechselwirkung mit der umgebenden Umwelt beiträgt. Diese Informationen helfen zu beurteilen, wie Landnutzung und Biodiversität die Bodenbedingungen beeinflussen. Zusätzliche Daten, die über die ECHO-App gesammelt werden, unterstützen diesen Schritt und bieten wertvolle Erkenntnisse, die die Analyse bereichern.

Versuchen Sie, scharfe und qualitativ hochwertige Bilder zu machen, die die Umgebung optimal einfangen. Wenn Sie sich bei irgendetwas unsicher sind, wenden Sie sich bitte an uns oder an Ihre ECHO-Botschafterin oder Ihren ECHO-Botschafter.

Die ECHO-App bittet Sie um Erlaubnis, auf Ihre Kamera zuzugreifen, damit Sie die Fotos aufnehmen können. Sobald Sie die Erlaubnis erteilt haben, verwendet die App die Kamera nur zur Bodenprobenahme und Ihre Fotos werden nur für diesen Zweck freigegeben.

Inspizieren Sie den Standort gründlich und machen Sie einen Rundgang, um potenzielle Kontaminationsquellen oder Störungen zu identifizieren, wie z. B. nahe gelegene Straßen, Verkehr und Industrieanlagen. Wenn Sie über Vorkenntnisse in der Region verfügen, geben Sie außerdem relevante Details über Abfalldeponien, landwirtschaftliche Aktivitäten, den Einsatz von Pestiziden, stehendes Wasser oder Hinweise auf kürzlich stattgefundenen Überschwemmungen an. Bitte geben Sie in den Kommentaren alle anderen relevanten Informationen an, die zur Beschreibung der umliegenden Landschaft beitragen können. Je umfassender die Informationen, desto besser.

Die Fotos werden zur Unterstützung von Umweltbewertungen verwendet. Sie helfen bei der Beurteilung der Bestandsdichte und der Gesundheit von Pflanzenarten und dokumentieren Anzeichen von Bodendegradation oder Erosion. Fotos helfen auch bei der Identifizierung der sichtbaren Artenvielfalt, der Analyse von Landnutzungsmustern und der Beobachtung menschlicher Aktivitäten in der Region. Darüber hinaus tragen sie zur Erstellung visueller Karten der Landschaft bei und sind nützlich für die Kommunikation von Ergebnissen durch Berichte und Präsentationen.

Abbildung 1 zeigt einige Beispiele für Fotos, die in die ECHO-App hochgeladen werden können.

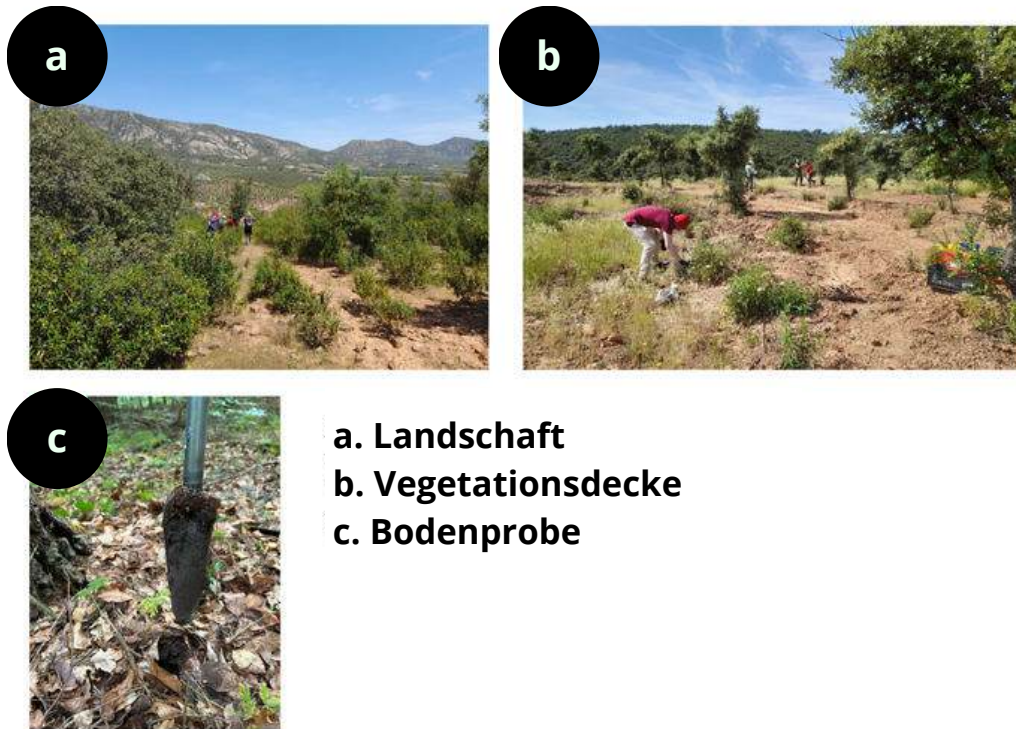


Abbildung 1: Beispiele für Fotos, die auf der ECHO-App hochgeladen wurden. Fotos: Federico Julián

4. VORGEHENSWEISE DER BODENPROBEENTNAHME

Für die Bodenprobeentnahme gibt es verschiedene Richtlinien. Die LUCAS-Richtlinien empfehlen beispielsweise, eine Bodenmischprobe zu erstellen. Dabei werden mehrere Teilproben, die an verschiedenen Positionen innerhalb eines definierten Gebiets entnommen wurden, zu einer einzigen Probe gemischt, die eine allgemeine Darstellung des Gebiets liefert. Im Gegensatz dazu verfolgt ECHO den Ansatz der diskreten Bodenprobenahme, bei dem der Boden an einer einzigen, spezifischen Stelle entnommen wird, ohne ihn mit anderen Proben zu vermischen. Dadurch werden die einzigartigen Merkmale genau dieser Stelle repräsentiert. Dies ist nützlich, um lokale Kontamination zu identifizieren oder die Variabilität in einem Gebiet zu bewerten.

Für ECHO ist es wichtig, dieses Verfahren sorgfältig zu befolgen, indem die Probenahmestelle vorbereitet wird und genau das für die Analyse benötigte Bodenvolumen gesammelt wird. So gehen Sie bei der Bodenprobenahme vor (**Abbildung 2**):

1. Entfernen Sie mit der Schaufel vorsichtig die Streu und/oder die obere Bodenschicht, einschließlich dichtem Gras, Wurzeln, Vegetationsresten und Steinen. Wenn Sie auf Wurzeln oder Steine stoßen, die das Graben erschweren, können Sie sich ruhig ein paar Meter weiterbewegen* und die Bodenprobe an einer anderen Stelle entnehmen.
2. Graben Sie mit der Schaufel ein 30x30x30 cm großes Loch. Die Länge des Schaufelblattes (ohne Griff) beträgt 15 cm, graben Sie also bis zu einer Tiefe von 30 cm, indem Sie die doppelte Länge des Schaufelblattes messen. Entfernen Sie den Boden aus der Grube und beginnen Sie mit der Bewertung der verschiedenen Indikatoren für die Bodengesundheit.
3. Lassen Sie den gesamten Boden, den Sie beim Graben sammeln, auf einer Seite, ohne ihn zu vermischen. Versuchen Sie, die Bodenstruktur beim Sammeln intakt zu halten, um die Bodenstruktur zu analysieren.

(*) Denken Sie immer daran, dass bei der Entnahme von Bodenproben für ECHO als Gruppe von Bürgerwissenschaftler:innen der Abstand zwischen den Probenahmestellen mindestens 50 Meter betragen muss.



Abbildung 2: Ausheben des Bodens

5. BODENSTRUKTUR

Mit der Erde, die Sie gerade aus der 30x30x30 cm großen Bodengrube gesammelt haben, führen Sie eine visuelle Bewertung der Bodenstruktur durch (Ball et al., 2007) (VESS) (**Abbildung 3**). Die VESS-Methode wurde in diesem Projekt vereinfacht, um sicherzustellen, dass Sie das Verfahren so einfach und genau wie möglich durchführen können, was Ihnen hilft, die Struktur des Bodens effektiv zu beurteilen, ohne dass fortgeschrittenes Fachwissen erforderlich ist.

So führen Sie die VESS-Methode aus:

1. Öffnen Sie den Bodenblock der gesammelten Bodenprobe, die Sie auf der einen Seite abgelegt haben (Abschnitt 2.4);
2. Zerlegen Sie den Boden in kleinere Stücke;
3. Bewerten Sie die Bodenbrocken mit Ihren Händen:
4. Zerbröckeln sie leicht?
5. Können Sie sie mit einer Hand brechen?
6. Braucht es Kraft, um sie mit einer Hand zu brechen?
7. Ist es mit erheblichem Aufwand verbunden, größere Bodenbrocken zu zerkleinern?
8. Bewertung der Bodenstruktur gemäß dem in der ECHO-App verfügbaren VESS-Raster;
9. Erfassen Sie die Bodenstruktur in der ECHO-App.

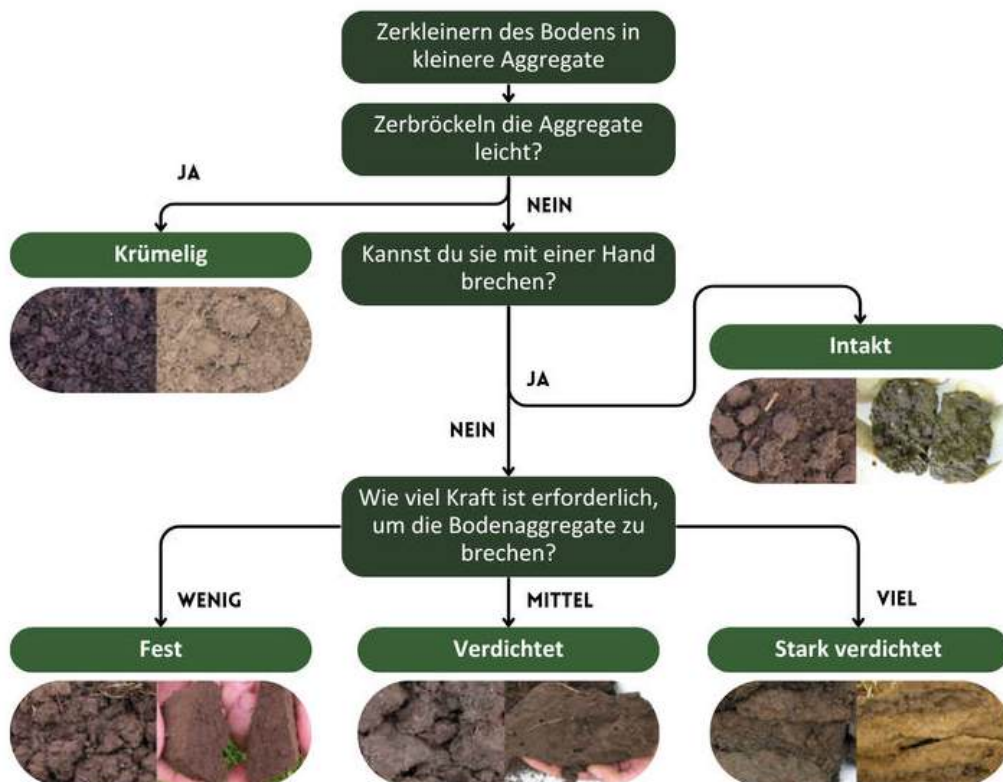


Abbildung 3: Referenzraster für die visuelle Bewertung der Bodenstruktur (in Anlehnung an das Zentrum für die Entwicklung der Landwirtschaft und des Gartenbaus).

6. ARTENVIELFALT DES BODENS IN BEZUG AUF REGENWÜRMER

Im Rahmen von ECHO beurteilen Sie vor Ort die biologische Vielfalt des Bodens, indem Sie Regenwürmer zählen, da ihre Anwesenheit viel über die Struktur und Qualität des Bodens aussagen kann. Die Anzahl der Regenwürmer ist jedoch nur relevant, wenn man die vorhandenen Arten identifiziert. Das Befolgen des unten beschriebenen Prozesses trägt dazu bei, eine genaue Regenwurmzählung zu gewährleisten und gleichzeitig den Boden für weitere Untersuchungen zu erhalten.

Hier ist eine klare Schritt-für-Schritt-Anleitung, die Ihnen bei der Regenwurmzählung hilft:

1. Nehmen Sie die Bodenprobe, die Sie auf die Seite gelegt haben (Abschnitt 2.4) und brechen Sie den Bodenbrocken vorsichtig mit der Hand auseinander.
2. Legen Sie alle Regenwürmer, die Sie finden auf die Bodenoberfläche neben die Bodengrube. Seien Sie sich bewusst, dass einige Regenwürmer auf Licht reagieren und versuchen, sich zu entfernen (überraschend schnell!).
3. Zählen Sie die Regenwürmer und notieren Sie die Anzahl in der ECHO App.
4. Bringen Sie die Regenwürmer vorsichtig in den Boden zurück.
5. Heben Sie die Bodenprobe, die Sie aus der Bodengrube entnommen haben, für weitere Analysen auf.

Überprüfen Sie außerdem, ob noch andere Lebewesen wie Nacktschnecken, Spinnen, Asseln, Tausendfüßler, Hundertfüßler, Käfer, Ameisen und Maulwürfe zu sehen sind, und fügen Sie diese Informationen zum "Beobachtungskasten" hinzu.

7. VORHANDENSEIN VON SCHADSTOFFEN

Überprüfen Sie die Probenahmestelle visuell auf Kunststoff, Metallreste und Abfall. Suchen Sie nach sichtbaren Fragmenten, die sich auf der Oberfläche befinden oder in den Boden eingebettet sein können. Diese Beobachtungen können einen wertvollen Kontext für das Verständnis der Bodeneigenschaften liefern, da sich diese Schadstoffe erheblich auf die Gesundheit des Bodens und die Funktion des Ökosystems auswirken können und auf mögliche Kontaminationen hinweisen können, die die Ergebnisse der Analyse Ihrer Bodenprobe beeinflussen können.

So beobachten Sie das Vorhandensein von Schadstoffen:

1. Untersuchen Sie die Grube, die Sie für die Bodenprobe gegraben haben, auf Fragmente wie große Plastik- oder Metallstücke im Boden.
2. Betrachten Sie die sichtbaren Fragmente und notieren Sie die Anzahl und die Größe in der ECHO-App.
3. Fügen Sie in der ECHO-App weitere Kommentare hinzu, die Ihrer Meinung nach nützlich sein könnten, um mögliche Kontaminationsquellen zu verstehen.

8. ORGANISCHE SUBSTANZ DES BODENS

In ECHO bewerten Sie den Gehalt an organischer Substanz (SOM), indem Sie die Bodenfarbe mit einer Farbkarte vergleichen, die über die ECHO-App bereitgestellt wird (**Abbildung 4**). Diese Farbkarte wird verwendet, da die Bodenfarbe ein zuverlässiger Indikator für den Gehalt an organischer Substanz ist, wobei dunklere Böden in der Regel mehr organisches Material enthalten.

Schritte zur Bewertung des SOM-Gehalts:

1. Nehmen Sie einen Löffel der gemischten Bodenprobe.
2. Vergleichen Sie die Bodenprobe mit der Farbkarte, die in der ECHO-App verfügbar ist.
3. Wählen Sie den entsprechenden Wert für den SOM-Gehalt in der ECHO-App aus.
4. An einigen Probenahmestellen kann der Anteil an organischer Substanz im Boden viel höher als 5 % sein, wenn in 30 cm Tiefe kein mineralischer Boden vorhanden ist (z. B. Torfmoore oder ehemalige Torfmoore). Organischer Boden ist an einer intensiven dunklen Farbe zu erkennen, die durch zersetzte Vegetation und dem Fehlen von Sand, Lehm oder anderen mineralischen Böden entsteht. Organische Böden unterscheiden sich von mineralischen Böden in ihren biologischen und strukturellen Merkmalen, und eine Bestimmung der Bodentextur ist nicht möglich. Aktivieren Sie daher das Kontrollkästchen "Andere" in der ECHO-App, anstatt einen Wert auszuwählen.



Abbildung 4: Farbkarte des Bodens zur Schätzung des Gehalts an organischer Substanz im Boden.

9. TEXTUR DES BODENS

In ECHO beurteilen Sie die Bodenart, indem Sie die "Textur-nach-Gefühl-Methode" (**Abbildung 5**) durchführen, die aus dem USDA-Bodenqualitätsleitfaden übernommen wurde. Mit dieser Methode können Sie die Bodentextur abschätzen, indem Sie die Haptik und die Konsistenz des Bodens mit Ihren Händen fühlen.

Durch das Testen, wie sich der Boden anfühlt, wenn Sie ihn befeuchten und bearbeiten, können Sie den Boden als Sand, Schluff, Ton oder eine Kombination davon klassifizieren, was wichtige Informationen über die Bodentextur und seine Fähigkeit, Wasser und Nährstoffe zu speichern, liefert.

Wie man die „Textur-nach-Gefühl-Methode“ durchführt:

1. Entfernen Sie alle Pflanzen und Wurzeln, zerlegen und mischen Sie die zuvor entnommene und gut gemischte Bodenprobe aus der 30x30x30 cm großen Grube und brechen Sie sie in kleinere Stücke, um sicherzustellen, dass sie gleichmäßig vermischt ist.
2. Folgen Sie für die nächsten Schritte dem bereitgestellten Entscheidungsflussdiagramm, das auch in der ECHO-App im Download-Bereich verfügbar ist.
3. Registrieren Sie die Bodentextur in der ECHO-App.

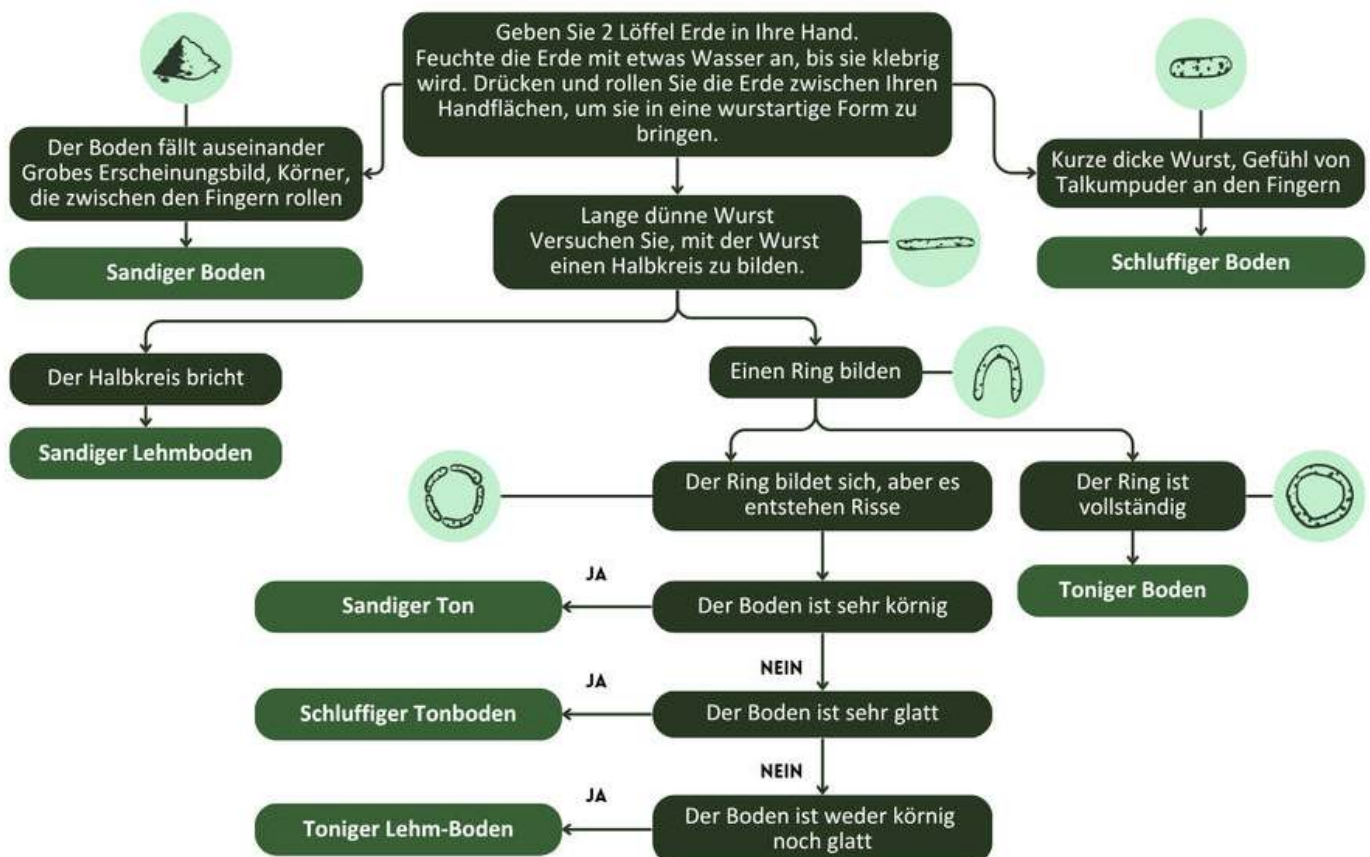


Abbildung 5: Entscheidungsdiagramm für die Bestimmung der Bodenart nach der Textur-nach-Gefühl-Methode (modifiziert aus dem USDA Soil Quality Guide).

10. pH-WERT DES BODENS

Um den pH-Wert Ihrer Bodenprobe mit dem ECHO-Toolkit zu messen, verwenden Sie eine vereinfachte Methode, bei der pH-Papierstreifen eingesetzt werden (**Abbildung 6**). Dieser Ansatz ist kostengünstig, einfach zu bedienen, für Bürgerwissenschaftler:innen zugänglich und gewährleistet zuverlässige Ergebnisse, ohne dass komplexe Geräte erforderlich sind.

So messen Sie den pH-Wert des Bodens mit der Papierstreifenmethode:

1. Entnehmen Sie mit dem Holzlöffel die gemischte Bodenprobe und geben Sie sie in das mit destilliertem Wasser vorgefüllte Kunststoffröhrchen, bis die Mischung 14 ml erreicht.
2. Verschließen Sie das Röhrchen sicher und schütteln Sie es vorsichtig 30 Sekunden lang, um sicherzustellen, dass die Erde und das destillierte Wasser gut vermischt sind.
3. Stellen Sie das Röhrchen aufrecht auf, sodass es nicht flach liegt, und warten Sie 5 Minuten lang, bis sich die Mischung abgesetzt hat.
4. Tauchen Sie das farbige Ende des pH-Papierstreifens 30 Sekunden lang in die Lösung.
5. Entfernen Sie den Papierstreifen und vergleichen Sie seine Farbe mit der pH-Farbkarte, die in der ECHO-App verfügbar ist.
6. Notieren Sie den pH-Wert in der ECHO App.

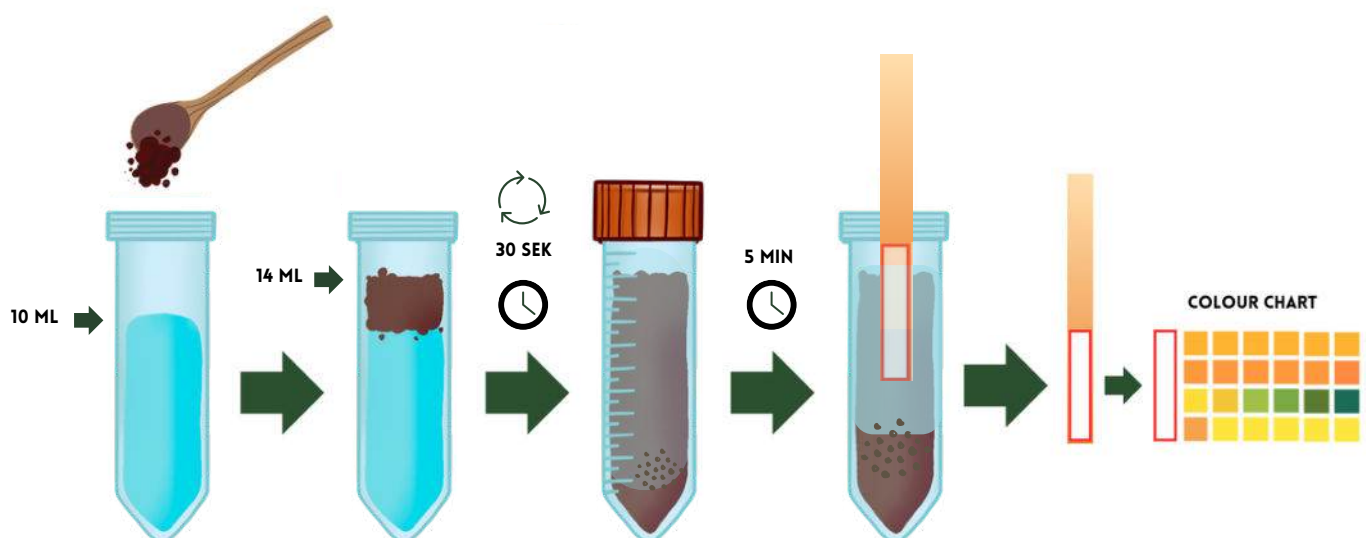


Abbildung 6: Schritt-für-Schritt-Verfahren zur Messung des pH-Werts im Boden.

AKTIVITÄTEN FÜR DIE LABORANALYSE

Nicht alle Indikatoren aus dem Umsetzungsplan der „Mission Boden“ können für die Analyse vor Ort vereinfacht werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass Sie die Bodenproben an die Labore der ECHO-Wissenschaftler:innen (UNIBZ-Labor) senden, damit wir mit Hilfe von Laborgeräten und Fachwissen genauere Analysen durchführen können. Konkret analysiert das Labor Ihre Bodenproben auf zwei Indikatoren: die Artenvielfalt des Bodens (Bakterien und Pilze) und Schwermetalle. Für die Analyse der biologischen Vielfalt des Bodens (Bakterien und Pilze) sollte die Bodenprobe in einen Kunststoffbehälter mit einer Konservierungslösung gegeben werden (siehe 3.2.1). Für die Schwermetallanalyse genügt es, wenn der Boden feldfeucht ist und Sie einen Löffel voll Boden in die Plastiktüte geben (siehe 3.2.2). Ihre Rolle beim Sammeln und Versenden der Proben ist für den Erfolg der gesamten Standortbewertung entscheidend.



1. BIODIVERSITÄT DES BODENS IN BEZUG AUF BAKTERIEN UND PILZE

Die Bodenprobe für die Biodiversitätsanalyse (Bakterien und Pilze) muss in einer Konservierungslösung gelagert werden, um einen Qualitätsverlust während des Transports an die UNIBZ-Labore zu verhindern, wo die DNA extrahiert und die mikrobielle Diversität sequenziert wird. Diese Lösung stellt sicher, dass die DNA intakt und für eine genaue Analyse geeignet bleibt. Das mitgelieferte Plastikröhrchen enthält diese Lösung bereits und kann mit Erde befüllt werden. Die Konservierungslösung ist nicht schädlich, und ein Datenblatt des Unternehmens enthält alle Details dazu (verfügbar über die ECHO-App). Gehen Sie jedoch vorsichtig mit dem Röhrchen um, tragen Sie aus Sicherheitsgründen Handschuhe und vermeiden Sie es, die Lösung zu trinken. Bewahren Sie das Set außerhalb der Reichweite von unbeaufsichtigten Kindern auf, um ein versehentliches Verschlucken zu verhindern.

So entnehmen Sie eine Bodenprobe für die Bewertung der biologischen Vielfalt des Bodens im Labor (**Abbildung 7**):

1. Ziehen Sie die Handschuhe an und behalten Sie diese während des gesamten Verfahrens an, um Ihre Sicherheit bei der Verwendung der Konservierungslösung zu gewährleisten und eine Kontamination der Probe zu vermeiden.
2. Nehmen Sie das kleine Plastikröhrchen, das die Konservierungslösung enthält.
3. Öffnen Sie das Röhrchen und verwenden Sie den Holzlöffel, um den gemischten Boden in das Röhrchen zu füllen, bis die Mischung 5 mL erreicht.
4. Verschließen Sie das Röhrchen vorsichtig und schütteln Sie es 15 Sekunden lang vorsichtig, um den Boden mit der Konservierungslösung zu vermischen. Achten Sie darauf, dass der gesamte Boden mit der Lösung in Kontakt kommt.
5. Legen Sie das kleine Plastikröhrchen in den mit einem QR-Code gekennzeichneten Plastikbeutel aus Ihrem Tool-Kit.

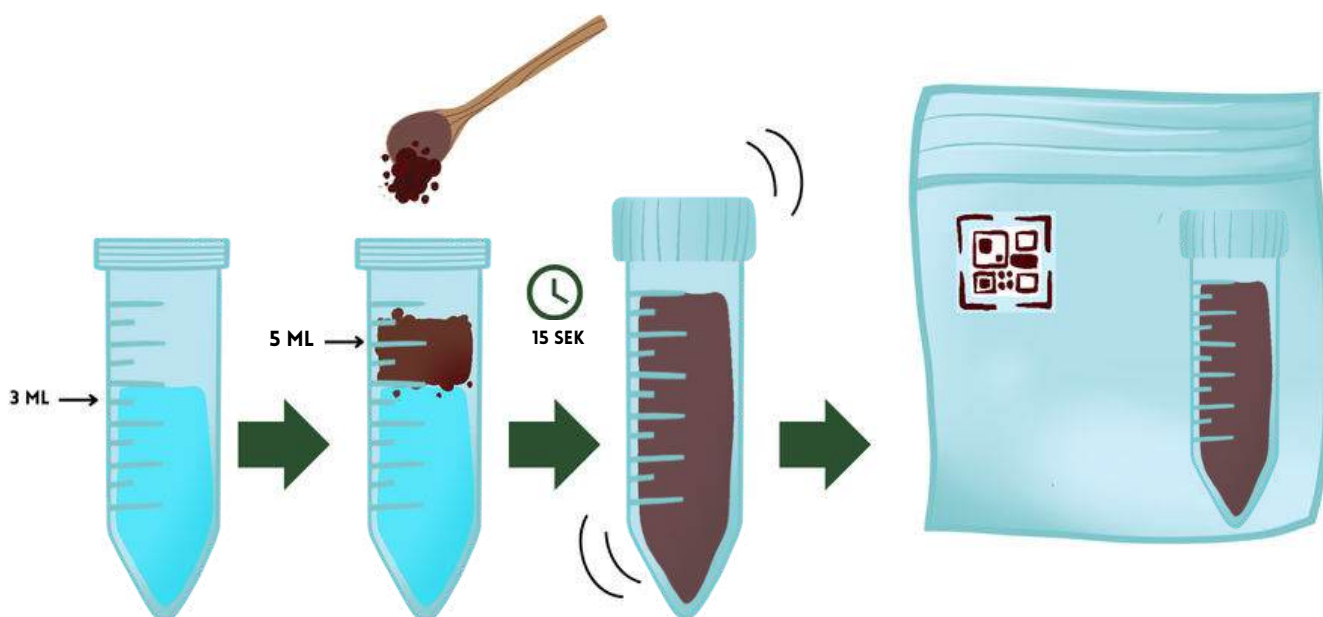


Abbildung 7: Verfahren zur Entnahme von Bodenproben für die Bewertung der biologischen Vielfalt im Labor.

2. SCHWERMETALLE UND BODENNÄHRSTOFFE

Da ECHO einen bürgerwissenschaftlichen Ansatz verfolgt, gibt es keine einfache Methode für die Vor-Ort-Bewertung von Bodennährstoffen und Schwermetallen. Schwermetalle und essentielle Pflanzennährstoffe sind beides Elemente, die eine wichtige Rolle in der Umwelt und im Pflanzenwachstum spielen, aber sie unterscheiden sich in ihren Funktionen und potenziellen Auswirkungen auf lebende Organismen.

Essentielle Pflanzennährstoffe sind Elemente, die Pflanzen für Wachstum und Entwicklung benötigen. Diese Nährstoffe werden in Makronährstoffe (N, P, K, Ca, Mg, S) und Mikronährstoffe (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl, Ni) unterteilt. Während Makronährstoffe in großen Mengen benötigt werden, werden Mikronährstoffe in Spuren benötigt. Diese Nährstoffe unterstützen wesentliche Pflanzenfunktionen, einschließlich Photosynthese, Zellteilung, Nährstoffaufnahme und den gesamten Stoffwechsel. Sie sind in der Regel ungiftig, wenn sie in angemessenen Mengen vorhanden sind.

Auf der anderen Seite sind Schwermetalle eine Gruppe von natürlich vorkommenden Elementen, die ein hohes Atomgewicht und eine hohe Dichte aufweisen. Als Schwermetalle können wir folgende Elemente zählen: Arsen (As), Cadmium (Cd), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Blei (Pb), Nickel (Ni), Zink (Zn). Zu hohe Konzentrationen von Schwermetallen in Böden können das Pflanzenwachstum behindern und sich in der Nahrungskette anreichern, was ein Risiko für die Gesundheit von Mensch und Tier darstellt.

Aus diesem Grund müssen wir diese Elemente in unserem Labor analysieren, wo die ECHO-Wissenschaftler:innen eine Mikro-Röntgenfluoreszenz-Technik (μ XRF) anwenden werden. Beachten Sie, dass mit der μ XRF die Nährstoffe B und N nicht gemessen werden können. Der bürgerwissenschaftliche Ansatz bedeutet, dass die Teilnehmer:innen bei der Datenerfassung helfen, aber komplexere Analysen erfordern spezielle Ausrüstung und Fachwissen. Bitte verwenden Sie für diese Analyse den kleinen Plastikbeutel (den ohne QR-Code) zur Entnahme der Bodenprobe (**Abbildung 8**).

So entnehmen Sie die Bodenprobe für die externe Bewertung von Schwermetallen und Bodennährstoffen:

1. Öffnen Sie den kleinen Plastikbeutel und beginnen Sie, mit dem Holzlöffel Boden zu sammeln;
2. Füllen Sie den Plastikbeutel vollständig (6 volle Löffel Boden) und verschließen Sie ihn vorsichtig;
3. Legen Sie den kleinen Plastikbeutel mit der Bodenprobe in den größeren Plastikbeutel, der bereits das Probenröhrchen für die Biodiversitätsanalyse enthält und mit einem QR-Code gekennzeichnet ist, und verschließen Sie den Beutel.

Sobald die Probe zur Analyse eintrifft, wird der Boden im Ofen bei 105 °C bis zum Erreichen eines konstanten Gewichts getrocknet, bevor er mittels μ XRF auf die Gesamtkonzentration von Schwermetallen und Nährstoffen untersucht wird.



Abbildung 8: Verfahren zur Entnahme von Bodenproben für die Bewertung von Schwermetallen und Nährstoffen im Labor.

3. STANDORTREINIGUNG UND PROBENVERSAND

Sobald Sie die beiden Bodenproben für die externe Indikatoranalyse (das Röhrchen für die mikrobielle Vielfalt des Bodens und den Plastikbeutel für Schwermetalle und Nährstoffe) entnommen und in den größeren, mit dem QR-Code gekennzeichneten Plastikbeutel gelegt haben, können sie zur Analyse an das Labor geschickt werden (**Abbildung 9**).

Vereinbaren Sie dazu einen Termin mit der nächstgelegenen ECHO-Botschafterin oder dem nächstgelegenen ECHO-Botschafter, um den Beutel mit den beiden Proben abzugeben. Um die nächstgelegenen ECHO-Botschafter:innen zu finden, durchsuchen Sie einfach in der ECHO-App die Liste der in Ihrer Region verfügbaren Botschafter:innen.

Die ECHO-Botschafterin oder der ECHO-Botschafter scannt dann den QR-Code auf der Plastiktüte und plant mit den ECHO-Partnern den Versand an das UNIBZ-Labor. Bei der Ankunft scannen die ECHO-Wissenschaftler:innen den QR-Code, um den Erhalt zu bestätigen und mit den nächsten Schritten fortzufahren. Ihrer Bodenprobe wird ein spezifischer Code zugewiesen, mit dem Sie über ECHOREPO auf Ihre Ergebnisse zugreifen können. Die Ergebnisse werden verfügbar sein, sobald die Analyse abgeschlossen ist. Mit diesem Code können Sie auf Ihre Daten in ECHOREPO zugreifen. Sobald die Ergebnisse vorliegen, erhalten Sie eine detaillierte Anleitung, wie Sie sie abrufen können.

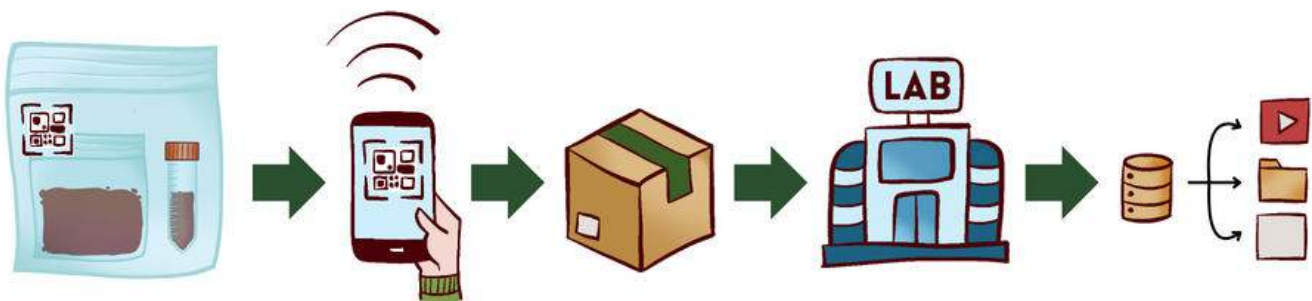


Abbildung 9: Beispiel für einen Versandprozess