Interreg
Italia – Österreich

Co-funded by
the European Union

CEDRIC

BEST PRACTICE 3

Kommunikation der Bodenkunde

Autorenschaft: ICGEB und BioTreat GmBh.

Dieses Dokument enthält Leitlinien und Vorschläge, die sich aus der Umsetzung des Teils „Kommunikation und Verbreitung“ des CEDRIC-Projekts ergeben haben. Ziel ist es, die verborgene Welt der Bodenmikroorganismen einem vielfältigen Publikum, darunter Schülern, Lehrern, Forschern und der allgemeinen Öffentlichkeit, effektiv zu vermitteln. Das Dokument greift innovative Strategien zur Sensibilisierung sowie praktische Aktivitäten auf und fasst Designprinzipien zusammen, die von mehreren Initiativen zur wissenschaftlichen Kommunikation, wie beispielsweise MikroMondo, vorgestellt werden. Das Ziel besteht darin, das Wissen über Böden zu fördern, das Verständnis für Bodenökosysteme zu vertiefen und das Interesse an der mikrobiellen Ökologie zu wecken.

1. Die Zielgruppe identifiziert

Es gibt viele verschiedene Zielgruppen, die unterschiedliche Ansätze erfordern, darunter:

- **Grundschüler**: Mit einfachen Erzählungen, sensorischen Erfahrungen und visuellem Storytelling begeistern.
- **Sekundarschüler und Studenten**: Integrieren Sie tiefergehende wissenschaftliche Hintergründe, Demonstrationen und interaktive Experimente.
- **Pädagogen und Forscher**: Stellen Sie Konzepte, Hintergrundinformationen und Hilfsmittel bereit, die eigenständiges Forschen unterstützen.
- **Allgemeine Öffentlichkeit** (Erwachsene, Familien): Kombinieren Sie Geschichten mit Beispielen, die einen Bezug zum Alltag haben, und realen Auswirkungen.

Verwenden Sie altersgemäße Erzählungen, wobei es entscheidend ist, wissenschaftliche Genauigkeit und Verständlichkeit in Einklang zu bringen. Konzentrieren Sie sich für jüngere Zielgruppen auf große Themen wie „Leben unter unseren Füßen“ und warum Mikroben im Alltag wichtig sind. Für fortgeschrittener Lernende sollten Sie wissenschaftliche Mechanismen, Prozesse wie den Kreislauf von Nährstoffen und die Rolle von Mikroben für die Bodengesundheit hinzufügen.

2. Kernkonzepte für die Kommunikation

Um Bodenwissen effektiv zu vermitteln, sollten die folgenden Kernkonzepte in Unterrichtsmaterialien und Aktivitäten integriert werden:

- **Die Diversität von Bodenmikroorganismen**

Erklären Sie, dass Böden zu den mikrobiell vielfältigsten Lebensräumen der Erde gehören und unzählige Bakterien, Pilze, Archaea und andere mikroskopisch Lebensformen beherbergen. Betonen Sie, dass ein Teelöffel gesunder Boden mehr Mikroben enthält als es Einwohner auf der Erde gibt.

- **Die Vielfalt mikrobieller Funktionen im Boden**

Konzentrieren Sie sich auf die funktionellen Rollen von Mikroben in Bodenökosystemen, wobei Sie ihre wichtigsten Funktionen in folgenden Bereichen hervorheben:

  - Nährstoffkreislauf: Nährstoffkreislauf: Bodenmikroben zersetzen organische Stoffe und setzen dabei wichtige Nährstoffe wie Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor in einer für Pflanzen verwertbaren Form frei. Auf diese Weise tragen sie zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Gesamtproduktivität des Ökosystems bei. Diese Umwandlungsprozesse sind die Haupttreiber des natürlichen Kohlenstoff- und Stickstoffkreislaufs. Dabei handelt es sich um Elemente, die

eng mit dem Klima und dessen Veränderung verbunden sind.

- Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Mikroben: Symbiosen wie Mykorrhizen verbessern die Nährstoffaufnahme der Pflanzen.
- Bodenstruktur und physikalische Eigenschaften: Die mikrobielle Aktivität prägt den physikalischen Lebensraum des Bodens, indem sie Aggregate bildet. Diese verbessern die Belüftung, die Wasserinfiltration und -speicherung, das Eindringen von Wurzeln sowie die Widerstandsfähigkeit gegen Verdichtung oder Erosion.
- Krankheitsbekämpfung und biologische Schädlingsbekämpfung: Bestimmte Bakterien und Pilze produzieren entweder Antibiotika oder hemmen konkurrierende Organismen. Dadurch wird die Ansiedlung von Krankheitserregern im Bereich der Pflanzenwurzeln reduziert.
- Biologische Sanierung und Entgiftung: Chemische Schadstoffe im Boden können von Bodenmikroben umgewandelt oder neutralisiert werden.
- Stabilität und Widerstandsfähigkeit des Ökosystems**:** Böden mit einem reichen mikrobiellen Leben erfüllen eine größere Vielfalt an Funktionen (Nährstoffkreislauf, Unterstützung des Pflanzenwachstums, Substratstabilisierung usw.). Sie sind besser in der Lage, Stress zu widerstehen und sich von Extremereignissen zu erholen. Dadurch bleiben Ökosysteme gesund und produktiv. Es ist, als hätte man ein Team mit vielen Spielern, die sich gegenseitig ersetzen können, wenn sich die Bedingungen ändern (Dürre, Überschwemmungen, extreme Temperaturen usw.).

Abbildung 1: Mikroben (Pilze) sind die wichtigsten Recycler in der Natur. Sie führen zersetzte organische Substrate wieder in den Boden zurück. Zu sehen sind Totholz und seine fünf Zersetzungsklassen, wobei die letzte Totholz-Zersetzungsklasse die erste Humusform (Lignin-Form) darstellt.

- **Die Verbindung zwischen Bodenleben und Alltag**

Die Bedeutung der Bodenmikrobiologie für das Wohlergehen des Menschen ist ein Thema von Interesse für ein breiteres gesellschaftliches Publikum, da es sich auf reale Probleme und damit verbundene Anliegen konzentriert. Mögliche Themen sind:

- Lebensmittelproduktion und nachhaltige Landwirtschaft,
- Die Rolle des Bodens für die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen im Klimawandel
- Alltägliche Begegnungen mit Mikroben bei der Lebensmittelfermentierung, Kompostierung und in Umweltkreisläufen.

3. Strategien für eine effektive Kommunikation

Um mit den meisten jungen Zielgruppen effektiv zu kommunizieren, ist es unerlässlich, die Botschaft um eine interaktive Dimension zu ergänzen. Nachfolgend finden Sie einige Beispiele für Aktivitäten, die das Verständnis durch aktive Beteiligung statt durch passive Beobachtung vertiefen.

- **Storytelling und narratives Design**: Nutzen Sie einen 24/7-Erzählrahmen, der die Bodenmikrobiologie mit dem Alltag verbindet – vom Frühstück bis zum Spaziergang in der Natur –, um Wissenschaft auf spannende Weise verständlich zu machen. Dieser Ansatz hilft dem Publikum, Mikroben nicht als

abstrakte Konzepte, sondern als aktive Mitwirkende an vertrauten Erfahrungen zu betrachten.

- **Multisensorisches Erlebnis:** Integrieren Sie gegebenenfalls Elemente, die die Sinne Sehen, Fühlen, Hören und Riechen anregen. Beispiele hierfür sind Live-Demonstrationen mikrobieller Aktivitäten, wie beispielsweise Mykorrhiza-Assoziationen in einem transparenten Topf, sowie interaktive Modelle, wie Winogradsky-Säulen, die die mikrobielle Schichtung und metabolische Vielfalt visuell veranschaulichen.
- Die Teilnehmer können **praktische Aktivitäten und Experimente** durchführen, bei denen sie die Mikrobiologie anhand von geführten Mikroskopie-Sitzungen mit echten Bodenproben erleben und einfache mikrobielle Kulturplatten herstellen, um das Wachstum von Pilzen und Bakterien zu beobachten.

Abbildung 2: Winogradsky-Säulen und -Fenster eignen sich hervorragend, um Wissen über Biodiversität zu vermitteln – auch mithilfe praktischer Experimente. (Links) Europas größte Winogradsky-Säule, (Mitte) ein Beispiel für ein Winogradsky-Fenster und (Rechts) Besucher lieben es, ihre eigenen Säulen zu bauen.

4. Didaktische Hilfsmittel und Ressourcen

Heutzutage gibt es viele einfache und gängige Möglichkeiten, Wissenschaft auf interaktive und unterhaltsame Weise zu vermitteln. Die beiden Hauptbereiche sind die Gestaltung von Modulen und Ausstellungen sowie digitale und virtuelle Hilfsmittel.

- **Modul- und Ausstellungsdesign**

Entwickeln Sie modulare Lerneinheiten, die im Unterricht oder in Wissenschaftszentren eingesetzt werden können. Jedes Modul, das sich mit Themen wie der Zersetzung von Totholz, der mikrobiellen Biodiversität oder der Symbiose zwischen Pflanzen und Mikroben befasst, sollte folgende Elemente enthalten:

  - Klare Lernziele.
  - Eine Mischung aus visuellen, taktilen und forschungsbasierten Elementen.
  - Unterstützende Informationen für Pädagogen.

- **Digitale und virtuelle Hilfsmittel**

Nutzen Sie Technologien wie interaktive Apps, Simulationen und virtuelle Rundgänge, um die Zugänglichkeit und die Erinnerung zu verbessern. Diese Hilfsmittel können physische Ausstellungen ergänzen und bieten vielfältige Möglichkeiten.

5. Bewertung und Feedback

Implementieren Sie Mechanismen zur Bewertung der Lernergebnisse und zur Verfeinerung der Kommunikationsstrategien, wie beispielsweise:

  - Umfragen vor und nach der Aktivität, um Veränderungen im Verständnis zu bewerten.
  - Feedback-Stationen, an denen die Teilnehmer äußern können, was sie gelernt haben oder interessant fanden.
  - Iterative Verbesserung der Module auf der Grundlage der Daten zum Engagement der Teilnehmer.

Eine kontinuierliche Bewertung trägt dazu bei, dass die Kommunikationsmaßnahmen relevant und wirkungsvoll bleiben.

6. Kooperation und Engagement in der Gemeinschaft

Arbeiten Sie mit einer Vielzahl von Interessengruppen zusammen:

- Schulen und Pädagogen, um die Integration in den Lehrplan zu gewährleisten.
- Wissenschaftler und Forscher, um wissenschaftliche Genauigkeit zu gewährleisten.
- Lokale Gemeinschaften und Organisationen, um Programme auf regionale Interessen und Anliegen zuzuschneiden.

Der Aufbau solcher Partnerschaften erweitert die Reichweite und fördert eine Gemeinschaft, die sich für den verantwortungsvollen Umgang mit Böden einsetzt.

7. Fazit

Um die verborgene Welt der Bodenmikroorganismen zu vermitteln, ist eine Mischung aus Wissenschaft, Storytelling und interaktiver Beteiligung erforderlich. Zu den best practices gehören die Anpassung der Inhalte an unterschiedliche Zielgruppen, die Verwendung von Geschichten, die Mikroben mit dem täglichen Leben in Verbindung bringen, das Anbieten praktischer Erfahrungen und die kontinuierliche Bewertung der Wirkung. Durch die Anwendung dieser Strategien können Pädagogen und Kommunikatoren Neugier wecken, das Wissen über den Boden verbessern und die Menschen dazu befähigen, die wichtige Rolle der Bodenmikrobiota für Ökosysteme und das Wohlergehen der Menschen zu schätzen.

BOX1: Warum so viel Aufmerksamkeit für den Boden?

Der Boden ist eine multifunktionale Ressource. Ein umfassenderes Verständnis seiner Beschaffenheit und Funktionen schafft das richtige Bewusstsein für seine ordnungsgemäße Nutzung. Zudem übt es angemessenen Druck auf Entscheidungsträger aus, wirksame Maßnahmen zu seinem Schutz zu planen und umzusetzen. Der Boden erfüllt die folgenden Funktionen: 1. Produktion: Er ermöglicht durch Pflanzenwachstum die Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Holz und anderer Biomasse und versorgt die Wurzeln mit Nährstoffen, Wasser und physischer Stütze. 2. Wasserkontrolle: Er speichert Regenwasser, füllt Grundwasserleiter auf, reduziert den Oberflächenabfluss und wirkt als Filter. 3. Klimaeinfluss: Böden speichern große Mengen an organischem Kohlenstoff und schützen so die Regulation von Treibhausgasen. 4. Er dient als Substrat und Lebensraum für eine Vielzahl von Mikro- und Makroorganismen (Mikroorganismen, Insekten, Regenwürmer usw.), die für natürliche Kreisläufe wie die Zersetzung und das Nährstoffrecycling unerlässlich sind. 5. Er bietet physische Unterstützung für Infrastruktur und menschliche Aktivitäten. 6. Er liefert wichtige Rohstoffe für viele Sektoren. 7. Er hat eine historische und kulturelle Funktion, indem er Zeugnisse der natürlichen und menschlichen Vergangenheit bewahrt.

BOX 2: Wann sollten Sie Ihren „Kommunikationstag" organisieren?

Umwelttage:

- Weltumwelttag - **5. Juni**: Der wichtigste Umwelttag der Vereinten Nationen, der weltweit zum Engagement für Klima, Umweltverschmutzung und Nachhaltigkeit aufruft.
- Welttag des Boden - **5. Dezember**: Betonung der Bedeutung gesunder Böden für Ernährungssicherheit, Biodiversität, Ökosysteme und Klimaregulierung.
- Weltwassertag - **22. März**: Fokus auf Süßwasserökosysteme,

Wassernachhaltigkeit und deren Verbindungen zu Ernährung, Klima und menschlichem Wohlbefinden.
- Welttag der Ozeane – **8. Juni**: Er ist wichtig für die Meeresökosysteme und die Klimaentwicklung.

Tage der biologischen Vielfalt:

- Internationaler Tag der biologischen Vielfalt - **22. Mai**: ein Tag, um das Verständnis und das Bewusstsein für Themen der Biodiversität und Maßnahmen zum Schutz der natürlichen Systeme zu stärken.
- Weltmikrobiomtag - **27. Juni**: ein jährlicher globaler Aktionstag, der dem Verständnis von Mikrobiomen gewidmet ist. Mikrobiome sind riesige Gemeinschaften von Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Viren usw.), die innerhalb und außerhalb von Menschen, Tieren, Pflanzen, Böden und Ökosystemen leben. Diese winzigen Lebensformen spielen eine entscheidende Rolle für Gesundheit, Umwelt, Nahrungsmittelsysteme, Bodenfunktion, Nährstoffkreislauf und Klimaprozesse.
- Welttag der Wildtiere – **3. März**: Der Fokus liegt auf dem Schutz wildlebender Fauna und Flora, um die Erhaltung der biologischen Vielfalt weltweit voranzutreiben.
- Tag der Erde – **22. April**: Ein globaler Aktionstag für Umweltbewusstsein, der sich mit Klima, biologischer Vielfalt, Ökosystemen und Nachhaltigkeit befasst.
- Internationaler Tag des Klimaschutzes – **24. Oktober**: Ein weltweit begangener Tag des Klimabewusstseins, der das Engagement für den Klimaschutz stärken soll. (kein UN-Tag, aber weit verbreitet)

Tage der Wissenschaftskommunikation und -bildung

SHARPER Night, **die Ende September** stattfindet, ist eine große Wissenschaftsveranstaltung, die das Interesse an Wissenschaft und wissenschaftlichen Entdeckungen fördern soll. Die Aktivitäten finden oft auf Straßen, Plätzen, in Theatern, Museen, Labors und Online-Räumen statt. Sie umfassen unter anderem Workshops, Talkrunden, öffentliche Experimente und Ausstellungen. (*Nicht von der UNO, aber weit verbreitet.*)

Weltwissenschaftstag für Frieden und Entwicklung, findet am **10. November** statt. An diesem Tag wird die Rolle der Wissenschaft in Gesellschaft, Politik und globaler nachhaltiger Entwicklung hervorgehoben.

Weitere Informationen:

- *"Unveiling the hidden world beneath: A showcase of soil microorganisms at MikroMondo"* (Pedobiologia 108, 2025, H. Insam, et al.)
- MikroMondo-Projekt (https://www.mikrobalpina.org/projektbeschreibung/)