

Ort als Labor: Forschungsmethoden für die lebendige Welt

Lernleitfaden 03 — Klassen 9-12

Februar 2026 | Version 1.1 | CC BY-SA 4.0

Erdpuls Lernleitfaden 03 — Klassen 9–12

Ort als Labor: Forschungsmethoden für die lebendige Welt

Für Schülerinnen und Schüler zwischen 15 und 18 Jahren — Oberstufe

Institution: Erdpuls Müllrose — Center for Sustainability Literacy, Citizen Science and Reciprocal Economics

Standort: Müllrose, Brandenburg, Deutschland

Version: 1.1

Datum: Februar 2026

Status: Entwurf v1.1 — OER-Veröffentlichung bereit (DE)

Übersetzungsstatus: [DE] — diese Fassung | [PL] — *ausstehend Phase 3*

Änderungsnachweis

| Version | Datum | Änderungen |
|---------|--------------|--|
| 1.1 | Februar 2026 | Erstveröffentlichung für OER; Übersetzung ins Deutsche |
| 1.0 | — | Nicht veröffentlicht |

Übersichtstabelle

| Element | Details |
|---------------------|---|
| Zielgruppe | Schulklassen, Klassen 9–12, Alter 15–18; fortgeschrittenes Gymnasium / Oberschule |
| Sessiondauer | 3,5–5 Stunden (halber bis ganzer Tag) |
| Gruppengröße | 10–25 Schülerinnen und Schüler; funktioniert gut mit kleineren spezialisierten Gruppen (Projekttag, Facharbeiten) |
| Ort | Gesamter Erdpuls-Campus inkl. Ringe 0–4; Sensorlabor; GIS-Workstation; Makerspace |

| Element | Details |
|---------------------------------|--|
| Jahreszeit | Alle Jahreszeiten; Winter erzeugt einzigartige und wenig erforschte Datensätze |
| Kernmethode | Vollständiges phänomenologisches Protokoll; selbstständiger Sensorbetrieb; offener Datenbeitrag; Forschungsfragendesign |
| Toolkit-Bezüge | Vollständiger Anhang A (13 Fragen + Datenanalyse); Anhang B (vollständige Tokenwirtschaft einschl. UBECrc-Design); Anhang C (Bioregion Mapping mit GIS); Anhang D (BNE-Qualitätsrahmen) |
| Entwicklungsphase | Emergenz der dritten Siebenjahresperiode: erwachendes individuelles Urteil, Fähigkeit zu systemischem und ethischem Denken, die Frage „Wer bin ich in der Welt und was schulde ich ihr?“ |
| Citizen-Science-Ergebnis | Vollständiger Datensatz, eingetragen in Erdpuls' Langzeitarchiv; iNaturalist-Arteneinträge; openSenseMap-Datenbeitrag; optional: selbstständige Forschungsfrage mit Folgeprotokoll |
| Tokenwirtschaftsebene | Fortgeschritten — vollständiges UBECrc-Engagement; optional: Designübung für eine alternative Tokenwirtschaft, angewendet auf ein von den Schüler/innen identifiziertes Problem |
| Verfügbare Sprachen | DE ([emoji]) EN vorhanden PL ausstehend |

Fünf Kompetenzcluster auf dieser Ebene

| Kompetenzcluster | Ausprägung für Alter 15–18 |
|------------------------------------|---|
| Umweltkompetenz | Vollständige Landschaftssystemkompetenz: Boden, Hydrologie, Landnutzungsgeschichte, Biodiversität, bioregionales Denken; lokale Beobachtung mit globalen Umweltdatensätzen verknüpfen; Landschaft als Zeugnis menschlicher Entscheidungen lesen |
| Wissenschaftliches Forschen | Selbstständiges Design von Forschungsfragen aus eigenen Daten; Mehrfachvariablenanalyse; Unterscheiden zwischen Korrelation und Kausalität; Datenethik und Open-Science-Prinzipien |
| Technologiekompetenz | Selbstständiger Einsatz und Konfiguration der senseBox MCU; openSenseMap-Stationsverwaltung; grundlegende QGIS-Orientierung; das Sensornetzwerk als verteilte Umweltintelligenz verstehen |

| Kompetenzcluster | Ausprägung für Alter 15–18 |
|-------------------------------------|--|
| Wirtschaftliches Verständnis | Vollständige Vier-Elemente-UBECrc-Tokenwirtschaft; kritische Analyse dessen, was konventionelle Wirtschaft nicht misst; optional: Designübung — Token-Prinzipien auf ein reales Problem anwenden |
| Sozial-emotionales Lernen | Die Handlungsphase (Action) des 4A-Pfades: Was verlangt dieses Wissen von mir? Systemisches Denken über persönliche Handlungsfähigkeit; die Frage intergenerationaler Verantwortung |

Pädagogische Begründung

Die Entwicklungsphase

Schülerinnen und Schüler in den Klassen 9–12 treten in die dritte Entwicklungsphase ein: das Entstehen von **individuellem Urteil**. Dies ist das Alter, in dem abstraktes Denken vollständig verfügbar ist, aber — und das ist pädagogisch entscheidend — es wird am wirkungsvollsten aktiviert, wenn es in konkreter Erfahrung geerdet ist. Eine Schülerin, die im Boden gekniet ist, seine Temperatur gemessen, seine Organismen gezählt und eine Frage aus ihren eigenen Daten formuliert hat, befindet sich in einer völlig anderen epistemischen Position als eine Schülerin, die Bodenökologie nur als Text auf einer Seite kennengelernt hat.

Die Forschungssession auf Oberstufenniveau bei Erdpuls ist für genau diesen Entwicklungsmoment konzipiert. Sie vereinfacht Umweltwissenschaft nicht für junge Menschen. Sie bietet das Original: einen echten Ort, echte Instrumente, echte offene Datensätze und echte unbeantwortete Fragen. Die Rolle der Schülerinnen und Schüler besteht nicht darin, vorgefertigtes Wissen zu empfangen, sondern neues Wissen zu erzeugen — Wissen, das vor ihrer Ankunft nicht existierte.

Dies ist auch das Alter, in dem die Frage „*Was schulde ich der Welt?*“ persönlich statt abstrakt wird. Der 4A-Pfad vollendet seinen Bogen in der Handlungsphase: nicht „tue etwas Nettes für die Umwelt“, sondern „das ist, was ich gefunden habe; das ist, was es bedeutet; das ist, was ich tun werde.“ Die Tokenwirtschaft auf dieser Ebene lädt Schülerinnen und Schüler nicht nur ein, Token zu verdienen, sondern Systeme zu entwerfen — darüber nachzudenken, wie Wert in ihren Gemeinschaften fließt und was sich ändern würde, wenn andere Dinge anerkannt und belohnt würden.

Warum offene Daten und nicht nur Felddaten

Jeder von Erdpuls generierte Datensatz geht in ein permanentes offenes Archiv ein. Jede Schülerin und jeder Schüler, die/der zu diesem Archiv beiträgt, praktiziert **Open Science** — das Prinzip, dass mit öffentlichen Ressourcen (einschließlich der intellektuellen Ressourcen einer Schulbildung) erzeugtes Wissen für alle frei zugänglich sein sollte. Wenn eine Erdpuls-Schülerin eine Bodentemperaturmessung

auf openSenseMap hochlädt, wird diese Messung für Forschende, politische Entscheidungsträger, Schülerinnen und Schüler in anderen Ländern und zukünftige Generationen verfügbar, die den Klimawandel an diesem spezifischen Standort untersuchen.

Das ist keine Theorie. Das Erdpuls-Langzeit-Bodendatensatz gewinnt über die Zeit an Bedeutung: eine einzelne Tagesablesung ist ein Datenpunkt; zehn Jahre Ablesungen an denselben Koordinaten werden ein Klimaarchiv. Schülerinnen und Schüler auf dieser Ebene lernen nicht nur Umweltwissenschaft — sie tragen aktiv dazu bei.

Vorbereitung und Materialien

Vorbereitungsarbeit der Lehrkraft (72 Stunden vorher)

- Vollständige Anhänge A, C und D in den Pattern Discovery Toolkit Appendices lesen
- 5–6 verschiedene Beobachtungsflecken über die gesamte Ringstruktur vorbereiten (Campus-Innenbereich bis zur nahen Landschaft)
- QGIS-Projekt mit aktuellen Datenschichten aktualisieren (Schichtliste siehe Anhang C.4)
- senseBox MCU-Einheiten laden und konfigurieren (1 pro Team mit 3–4 Schüler/innen, falls verfügbar; minimum 1 geteilt)
- Historische openSenseMap-Daten für die Campus-Station(en) zum Vergleich exportieren
- **Forschungsfragen-Design-Bogen** vorbereiten (A4, leere Vorlage mit Leitfragen: *Beobachtung / Muster / Frage / Welche Daten würden diese Frage beantworten? / Welche Methoden würden diese Daten erheben?*)
- Vollständige Feldbögen drucken (A4, doppelseitig; erweiterte Version mit Datenanalyse-Leitfragen)
- Falls GIS-Session enthalten: QGIS-Workstation mit vorgeladenen Brandenburg-Datensätzen einrichten (siehe Anhang C.4)

Materialliste

Pro Team (3–4 Schüler/innen): - Vollständige Feldbögen (erweiterte Version) - Bleistifte und Kugelschreiber - Handlinse (mindestens 10×; 20× bevorzugt) - Beobachtungsrahmen (30×30 cm, vorplatziert an verschiedenen Standorten) - Weißes Tablett + Sammelwerkzeuge - Wasserspritzflasche + Messbecher (100 ml) - pH-Streifen + destilliertes Wasser - Bodenthermometer - Maßband (für Transektstrecken, falls Anhang-C-Arbeit einbezogen) - GPS-Gerät oder Handy-GPS-App (für Koordinatenaufzeichnung) - Kamera oder Handy für Artenfotografie (iNaturalist-Einreichung) - Forschungsfragen-Design-Bogen

Gemeinsame Ausrüstung / Lehrkraft: - senseBox MCU mit vollständigem Sensorset (Temperatur, Feuchtigkeit, UV, Feinstaub falls verfügbar) - Tablet/Laptop für Dashboard und openSenseMap - QGIS-Workstation (falls Kartierungssession enthalten) - Tokenkarten (alle vier Elemente) + Token-Buchungsblatt

Aufbau der Session

Dieser Leitfaden bietet drei modulare Tracks, die unabhängig voneinander oder kombiniert für ein ganztägiges Programm durchgeführt werden können.

Track A — Das vollständige Forschungsprotokoll (3,5 Stunden)

Eröffnung — Von der Neugier zur Frage (20 Minuten)

Schülerinnen und Schüler erhalten kein Arbeitsblatt zu Beginn. Sie erhalten nur eine Anweisung:

„Verbringt fünf Minuten im Garten — irgendwo. Berührt etwas, riecht etwas, schaut etwas genau an. Kommt mit einer Sache zurück, die euch überrascht, verwirrt oder die ihr nicht erklären könnt.“

Schülerinnen und Schüler verteilen sich. Rückkehr nach fünf Minuten. Jede/r teilt seine/ihre Beobachtung. Die Lehrkraft schreibt jede Antwort auf eine sichtbare Fläche. Keine Bewertung — nur Empfang.

„Das sind eure Ausgangspunkte. Alles, was wir heute tun, sollte uns dem Verstehen einer oder mehrerer dieser Beobachtungen näherbringen. Nicht vollständig — näher. Das ist Wissenschaft.“

Phase 1 — Vollständiges Bodenprotokoll (60 Minuten)

Schülerinnen und Schüler führen das vollständige 13-Fragen-Protokoll selbstständig in Teams durch. Die Lehrkraft geht herum, gibt aber keine Anleitung — fragt nur: „Was glaubt ihr, erklärt das?“ / „Habt ihr es schon gemessen?“ / „Was würde eure Interpretation verändern?“

Alle 13 Fragen werden beantwortet. Entscheidend: Fragen 11–12 (Geschichte und Beziehungen) werden vollständig schriftlich bearbeitet — Schülerinnen und Schüler erstellen eine evidenzbasierte Erzählung der Geschichte ihres Flecks und zeichnen ein räumliches Beziehungsdiagramm, das ihren Fleck in seinen Landschaftskontext einbettet.

Frage 13 (Handlung) wird auf dieser Ebene zu: „Wenn ihr für diese Landschaft verantwortlich wärt — nicht nur für diesen Fleck, sondern für den Kilometer Landschaft rund um diesen Campus — welche Politik, Praxis oder Maßnahme würdet ihr vorschlagen? Welche Belege aus der heutigen Beobachtung unterstützen sie?“

Phase 2 — Sensordialog und Datenanalyse (30 Minuten)

Schülerinnen und Schüler bedienen die senseBox selbstständig (mit kurzer Demonstration der Lehrkraft, maximal 2 Minuten). Sie zeichnen alle Sensorablesungen auf dem Feldebogen neben den körpersensorischen Ablesungen auf.

Vollständiger Datenvergleich über alle Teams auf dem vergleichenden Datenbord. Auf dieser Ebene geht die Analyse weiter: Schülerinnen und Schüler identifizieren **die einzelne interessanteste Mehrfachvariablen-Korrelation im Datensatz** und schlagen einen kausalen Mechanismus vor. Diese Vorschläge werden kurz präsentiert: „*Team 3 hat bemerkt, dass die drei Flecken mit der niedrigsten Lebenszählung auch die höchsten Versickerungszeiten hatten. Wir denken, das liegt daran, dass ...*“

Diskussion über die Grenzen eines Eintages-Datensatzes: „*Was bräuchtet ihr, um eure alternative Erklärung auszuschließen? Welche zusätzlichen Daten würdet ihr erheben? Über welchen Zeitraum?*“ Dies ist die Kernübung wissenschaftlichen Denkens: Unterscheiden, was die Daten stützen, von dem, was sie lediglich nahelegen.

Phase 3 — Forschungsfragen-Design (30 Minuten)

Jede/r Schüler/in (individuell) füllt den Forschungsfragen-Design-Bogen aus:

1. **Beobachtung:** Was habt ihr heute beobachtet, das ihr nicht erwartet habt oder das ihr nicht vollständig erklären könnt?
2. **Muster:** Ist diese Beobachtung Teil eines Musters — etwas, das anderswo erscheinen oder sich im Laufe der Zeit wiederholen könnte?
3. **Frage:** Formuliert eure Forschungsfrage so präzise wie möglich. Nicht „Warum ist der Boden anders?“ sondern „Wie verhält sich die Bodenverdichtung (gemessen durch die Wasserversickerungszeit) zur Oberflächenbiodiversität (gemessen durch die Lebenszählung) in verschiedenen Mikroklimazonen im Umkreis von 500 m vom Erdpuls-Campus?“
4. **Benötigte Daten:** Welche Messungen würden eure Frage beantworten?
5. **Methode:** Wie würdet ihr sie erheben? Mit welchen Instrumenten? Über welchen Zeitraum?

Diese Bögen werden von der Lehrkraft gesammelt und dem Erdpuls-Forschungsfragenregister hinzugefügt. Fragen, die mit Folgebesuchen oder dem kontinuierlichen Sensordatenstrom beantwortet werden können, werden für eine Nachverfolgung markiert.

Abschluss — Handlung und Open Science (20 Minuten)

Citizen-Science-Verpflichtung:

Jede/r Schüler/in wählt eine Handlung aus: - Artenbeobachtungen des Teams auf iNaturalist hochladen (Konten einrichten falls nötig) - Eine kurze Annotation zum offenen Erdpuls-Datensatz schreiben (Kontext für die Ablesungen des Tages) - Eine beobachtbare Handlung zu Hause oder in der Schule festlegen, die sich aus den heutigen Erkenntnissen ergibt

Tokenwirtschaft-Reflexion:

Anstatt einzelne Token für spezifische Aktivitäten zu verdienen, führen Oberstufenschüler/innen eine kurze **Systemdesign-Übung** durch: „*Eurer Stadt hat beschlossen, ein System einzuführen, das nichtmonetäre Beiträge zur lokalen Gemeinschaft sichtbar macht und belohnt — Sorgearbeit, ökologische Handlungen, Wissensaustausch, kooperative Arbeit. Gestaltet die vier Elemente eures Systems. Wie würden Kooperation, Reziprozität, Mutualismus und Regeneration in eurer spezifischen Gemeinschaft aussehen? Was würden sie belohnen, was derzeit unerkannt bleibt?*“

Gruppen teilen ihre Entwürfe. Die Lehrkraft stellt Verbindungen zum UBECrc-System und zur breiteren Literatur über Komplementärwährungen, Sorgeökonomien und Commons-Governance her.

Track B — GIS und Bioregion-Kartierung (2 Stunden, eigenständig oder im Anschluss an Track A)

Dieser Track passt Anhang C (Bioregion Mapping) für Oberstufenschüler/innen mit einer GIS-Kompetenzkomponente an.

Phase 1 — Gehender Transekt (60 Minuten)

Teams nehmen einen gehenden Transekt vom Erdpuls-Campus aus in einer gewählten Richtung und zeichnen in Abständen von 200 Metern auf: - GPS-Koordinaten - Bodentyp (nach Textur) - Vorherrschende Vegetation - Landnutzung - Sichtbare Übergänge oder Grenzen - Sinnesabschluss-Daten (welche Sinne sind aktiv? welche haben sich abgeschwächt?)

Dies ist Ring-2–3-Feldarbeit: Bewegung vom Campus durch die Siedlung und die nahe Landschaft, Bemerken, wo sich der Charakter des Ortes verändert.

Phase 2 — GIS-Erkundung (45 Minuten)

An der QGIS-Workstation überlagern Teams ihre Transekt Daten mit vorgeladenen Schichten: - Hydrologie (Wassereinzugsgebietsgrenzen, Schlaube-Einzugsgebiet) - Geologie (glaziale Ablagerungen, Sand-Ton-Übergänge) - Landbedeckung (Wald, Landwirtschaft, urban) - Historische Karten (Preußische Urmesstischblätter, 1850er-Jahre) - Der eigene GPS-Transekt

Leitfragen: „*Wo fällt euer gefühlter Eindruck von ‚Müllrose verlassen‘ mit einer geologischen oder hydrologischen Grenze zusammen? Wo nicht? Was zeigt die historische Karte, das die aktuelle Karte nicht zeigt? Was hat sich verändert, und was ist gleich geblieben?*“

Phase 3 — Bioregionaler Grenzvorschlag (15 Minuten)

Jedes Team schlägt eine bioregionale Grenze für die Naturpark-Schlaubetal-Subregion vor, wie sie sie erlebt hat — wo beginnt und endet dieser Ort, basierend auf dem Beobachteten? Die Grenze wird auf der Karte eingezeichnet (digital oder auf einem großen Ausdruck) mit einer kommentierten Begründung.

„*Die offizielle Naturparkgrenze ist eine Verwaltungslinie. Eure Grenze basiert auf dem, was eure Sinne euch beim Gehen gesagt haben. Sie müssen nicht übereinstimmen — tatsächlich sind die Stellen, wo sie nicht übereinstimmen, die interessantesten.*“

Track C — Qualitätsrahmen-Reflexion (1 Stunde, eigenständig)

Dieser Track passt Anhang D (BNE-Qualitätsrahmen) für die Oberstufe an — besonders nützlich für Schülerinnen und Schüler, die Erziehungswissenschaften, Sozialwissenschaften oder Facharbeiten zu Nachhaltigkeitsthemen planen.

Schülerinnen und Schüler erhalten die gekürzte Version des Brandenburger BNE-Qualitätskatalogs (7 Bewertungsbereiche). Sie bewerten die gerade abgeschlossene Erdpuls-Session gegen diese Kriterien: „Entspricht das, was ihr gerade erlebt habt, gemäß den offiziellen Qualitätsstandards für Nachhaltigkeitsbildung, diesen Standards? Übertrifft es sie? Bleibt es irgendwo zurück?“

Diese Übung erzeugt zwei Ergebnisse: 1. Schülerinnen und Schüler setzen sich kritisch mit institutionellen Qualitätsrahmen auseinander (metakognitives Lernen) 2. Erdpuls erhält echte Bewertungsdaten von den rigorosesten verfügbaren Bewerter/innen: Schülerinnen und Schüler, die direkte Erfahrung mit der Session haben und ein externes Rahmenwerk anwenden können

Schülerische Bewertungen werden gesammelt und dem Erdpuls-Qualitätsnachweis hinzugefügt (BNE-Bereich 5.2.2).

Lehrplanbezüge (Brandenburg)

| Fach | Lehrplanelement | Erdpuls-Track-Verbindung |
|-------------------------|---|--|
| Biologie (Oberstufe) | Ökosystemanalyse, Biodiversität, Bodenkunde | Track A: vollständiges Protokoll + Datenanalyse |
| Geografie (Oberstufe) | Landschaftssysteme, Landnutzungswandel, Klimawandel | Track A + B: Sensordaten + GIS-Transekt |
| Chemie (Kl. 9–10) | pH-Wert, chemische Eigenschaften des Bodens | Track A: Messrunde |
| Informatik | IoT-Systeme, offene Daten, Datenethik | Track A: senseBox + openSenseMap |
| Wirtschaft/ Soziales | Alternative Wirtschaft, Commons-Theorie | Track A: UBECrc-Designübung |
| Ethik/Philosophie | Umweltethik, intergenerationelle Verantwortung | Track A: F13 + Handlungsphase |
| Projekttag / Facharbeit | Selbstständiges Forschungsdesign | Forschungsfragen-Design-Bogen → potenzielle Facharbeit |

Hinweise für die Lehrkraft

Das entscheidende Facilitierungsprinzip für diese Altersgruppe: Maximale Selbstständigkeit, minimale Anleitung. Oberstufenschüler/innen, die zu stark facilitiert werden, produzieren oberflächliche Antworten. Diejenigen, denen echte offene Zeit, echte Instrumente und echte offene Fragen gegeben werden, produzieren bemerkenswerte Arbeiten. Die Hauptrolle der Lehrkraft besteht darin, den Impuls zu erklären zu widerstehen und stattdessen zu fragen: „*Was denkst du?*“ — und zu warten.

Zum Forschungsfragen-Design-Bogen: Manche Schülerinnen und Schüler werden echte originale Forschungsfragen entwickeln, die das Erdpuls-Programm aus vorhandenen Daten nicht beantworten kann. Diese sollten aufgezeichnet und, wo möglich, initiiert werden: ein Folge-Sensorplacement, ein Wiederholungsbesuch oder eine Verbindung zu einer Universitätsforschungsgruppe. Die Schülerin oder der Schüler, die/der eine untersuchenswerte Frage erzeugt, hat etwas Wertvolleres geleistet als eine/r, die/der eine bereits bekannte Frage korrekt beantwortet.

Zum UBECrc: Die Blockchain-Dimension nicht überverkaufen. Schülerinnen und Schüler dieses Alters sind gegenüber Blockchain-Behauptungen oft (zu Recht) skeptisch. Der Wert der Tokenwirtschaft liegt in der wirtschaftlichen Philosophie, die sie ausdrückt — den vier Elementen —, nicht in der technischen Implementierung. Die Blockchain ist lediglich der Transparenzmechanismus. Die Designübung ist wertvoller als ein Vortrag über die Technologie verteilter Buchführung.

Sicherheitshinweise

- Oberstufenschüler/innen sind in der Regel in der Lage, selbstständig im Freien innerhalb definierter Parameter zu arbeiten; dieses Vertrauen aussprechen
 - Über Bodensicherheit informieren (Hände waschen; kein Essen während der Bodenphasen)
 - GPS-Gerät-Protokoll für Transektarbeit: paarweise Minimum, vereinbarter Rückkehrpunkt, Handy aufgeladen
 - GIS-Workstation: Schüler-Daten sollten in einem zugewiesenen Ordner gespeichert werden, nicht systemweit
-

Lizenz & Namensnennung

© 2025–2026 Michel Garand | Erdpuls Müllrose — Center for Sustainability Literacy, Citizen Science and Reciprocal Economics

Lizenziert unter [Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International \(CC BY-SA 4.0\)](#)

Alle in diesem Dokument genannten Softwarekomponenten sind lizenziert unter der [GNU Affero General Public License v3.0 \(AGPL-3.0\)](#)

Dieses Projekt nutzt die Dienste von Claude und Anthropic PBC, um unsere Entscheidungen und Empfehlungen zu informieren. Dieses Dokument und seine Übersetzungen wurden mit Unterstützung von Claude (Anthropic PBC) entwickelt. Alle strategischen Entscheidungen, philosophischen Positionen und Projektverpflichtungen liegen beim Autor.