

Bodenfarbe als Physik — Pädagogisches Rahmenkonzept

Erdpigmente aus den Böden von Müllrose

Februar 2026 | Version 1.0 | CC BY-NC-SA 4.0

Bodenfarbe als Physik — Pädagogisches Rahmenkonzept

Erdpigmente aus den Böden von Müllrose

Erdpuls Müllrose — Living Laboratory & Makerspace Garden

Teil des Projekts „Brücken bauen durch Boden — 13 Fragen an den Boden“

Überblick

Dieses Rahmenkonzept definiert die pädagogischen Prinzipien, Lernprogression, fächerübergreifenden Bezüge, BNE-Qualitätsausrichtung und strukturelle Logik der drei jahrgangsstufendifferenzierten Unterrichtspläne (Klassen 1–4, 5–8 und 9–12) für die Einheit „Bodenfarbe als Physik“. Es ist das übergreifende Dokument, das erklärt, *warum* die Unterrichtspläne so gestaltet sind, wie sie sind.

Leitprinzipien

1. Erst der Körper, dann das Instrument

Alles Lernen in dieser Einheit beginnt mit direkter sinnlicher Begegnung, bevor irgendein Messwerkzeug, Fachbegriff oder eine Erklärung eingeführt wird. Schülerinnen und Schüler halten Boden in den Händen, beobachten Farben mit eigenen Augen und riechen den Unterschied zwischen Moorböden und Sandböden, bevor sie ein Lehrbuch aufschlagen. Dieses Prinzip gilt ohne Ausnahme für alle Jahrgangsstufen.

Das Instrument — sei es Sieb, Spektrometer oder CIELAB-Farbformel — wird stets als Möglichkeit eingeführt, das, was die Hände bereits wissen, zu bestätigen und zu vertiefen, nicht als Ersatz für direkte Erfahrung.

Dieser Ansatz hat eine direkte Entsprechung in der Arbeit von Gerd Wessolek (Emeritus, TU Berlin), dessen Konzept der *Bodenkunst* als vermittelnde Praxis davon ausgeht, dass Bodenwissenschaft sinnlicher und künstlerischer Mittel bedarf, um über die Fachgemeinschaft hinaus zu echtem, gespürtem Wissen zu werden. Sein Sammelband *Field to Palette* (Toland, Noller & Wessolek 2019) ist die umfassendste Dokumentation dieses Prinzips über Disziplingrenzen hinweg. Die Erdpuls-WP4-Ausstellung (104 Bodengemälde) ist eine eigenständige Verwirklichung desselben Gedankens.

2. Der 4A-Weg

Jede Bildungssequenz bei Erdpuls folgt dem 4A-Weg. Diese Einheit ist so gestaltet, dass die vier Stufen auf die vier experimentellen Phasen der Gesamtsequenz abgebildet werden; gleichzeitig enthält jede einzelne Unterrichtseinheit auch eine Mikro-Version des vollständigen Weges.

Stufe	Beschreibung	Frage, die sie beantwortet
Awareness (Wahrnehmung)	Direkte sinnliche Begegnung mit dem Phänomen — vor jeder Erklärung	„Was nehme ich wahr?“
Acknowledgment (Anerkennung)	Erkenntnis, dass der Eindruck gemessen und erklärt werden kann	„Stimmt das? Kann ich es überprüfen?“
Attitude (Haltung)	Bildung einer eigenen Position durch Untersuchung	„Was denke ich, was das bedeutet?“
Action (Handlung)	Der Befund wird zum Material für etwas, das über den Unterricht hinausgeht	„Was tue ich damit?“

3. Drei-Strom-Pädagogik

Jede Unterrichtseinheit spricht, wo immer möglich, gleichzeitig alle drei Ströme an:

Strom	Was er in dieser Einheit bedeutet
Kopf	Optik, Mineralogie, Farbphysik, chemische Konzepte, Datenanalyse
Hände	Mahlen, Sieben, Malen, Messen, Beobachten durch Instrumente
Herz	Der Boden als Zeuge von Fürsorge; das Pigment als Stimme des Bodens in der Ausstellung; das Herstellen als eine Form des Wissens

4. Authentischer Ertrag

Schülerinnen und Schüler stellen echte Pigmente für eine echte Ausstellung her (WP4, „104 Antworten“). Die pädagogische Kraft dieses Umstands lässt sich durch keine Simulation ersetzen. Jede Unterrichtseinheit sollte den Faden des Bewusstseins tragen, dass die Arbeit über die Schule hinaus bedeutsam ist.

5. Proxemische Progression

In Anlehnung an die Proxemik-Theorie (Hall, 1966) bewegt die Einheit Schülerinnen und Schüler bewusst durch verschiedene relationale Abstände zum Boden:

- **Intime Distanz** (< 45 cm): Hände im Boden, Gesicht nah an der Probe, Nassmahlen auf Glasplatten.

- **Persönliche Distanz** (45–120 cm): Proben auf dem Labortisch beobachten, mit einer Partnerin oder einem Partner besprechen.
- **Soziale Distanz** (1,2–3,6 m): Ergebnisse der Klasse vorstellen, Probensets von verschiedenen Höfen vergleichen.
- **Öffentliche Distanz** (> 3,6 m): Die Ausstellung — das Pigment nun auf Abstand zum Schüler oder zur Schülerin, in die öffentliche Welt eingetreten.

Diese räumliche Progression ist nicht zufällig. Sie spiegelt den 4A-Weg wider: intime Begegnung (Wahrnehmung) → persönliche Untersuchung (Anerkennung) → sozialer Dialog (Haltung) → öffentliche Handlung (Action).

Lernprogression über die Jahrgangsbänder

Die Einheit ist als Entwicklungsspirale konzipiert. Jedes Jahrgangsband kehrt zu denselben Phänomenen zurück — Bodenfarbe, Nass-Trocken-Effekte, Mahlen, Bindemittelverhalten — auf einem zunehmend abstrakteren und quantitativeren Niveau.

Dimension	Klassen 1–4	Klassen 5–8	Klassen 9–12
Kognitive Ebene	Sinnlich- phänomenologisch	Beobachtend- experimentell	Hypothetisch-deduktiv
Leitfrage	„Welche Farben stecken im Boden?“	„Warum verändert sich die Farbe?“	„Was sagt uns die Farbe?“
Physikkonzepte	Farbe, Hell/Dunkel, Nass/Trocken	Lichtstreuung, Partikelgröße, Bindemittel	Mie-Streuung, Spektroskopie, CIELAB, Ligandfeldtheorie
Mathematik	Farben sortieren, zählen	Diagramme, Siebfaktionen als Prozent	Regression, ΔE -Werte, statistische Korrelation
Hauptmethode	Entdeckung, Spiel, Herstellen	Strukturiertes Experiment, Messen	Eigenständiges Forschungsdesign

Dimension	Klassen 1–4	Klassen 5–8	Klassen 9–12
Ertrag	Persönliches Farbgemälde	Klassen-Pigmentsatz + Bindemittel-Vergleichskarte	Korrelationsdatensatz + Forschungsbericht
4A-Schwerpunkt	Wahrnehmung + Handlung	Anerkennung + Handlung	Haltung + Handlung
BNE-Gestaltungskompetenz	4.1.1 (neue Perspektiven), 4.1.3 (fächerübergreifend)	4.1.4 (Risiken erkennen), 4.2.1 (gemeinsam planen)	4.1.2 (vorausschauend analysieren), 4.3.1 (sich motivieren können)

Aufbau der Unterrichtseinheiten

Alle Unterrichtseinheiten folgen einem konsistenten inneren Rhythmus, unabhängig von der Jahrgangsstufe. Diese Vorhersehbarkeit hilft Schülerinnen und Schülern, schnell in die Arbeit einzusteigen, und erleichtert Lehrkräften das Management von Übergängen.

Vorlage für die 45-Minuten-Einheit

Phase	Dauer	Zweck
Einstieg / Anker	5 Min	Verbindung zum Vorwissen; Frage für die heutige Stunde stellen
Direkte Erfahrung	10–15 Min	Handlungsorientierte Begegnung mit dem Material — Beobachtung, Umgang, erste Eindrücke
Untersuchung	15–20 Min	Strukturiertes Experiment, Messung, Diskussion oder Modellbildung
Synthese	8–10 Min	Was haben wir bemerkt? Was bedeutet es? Wie hängt es zusammen?
Abschluss / Ausblick	3–5 Min	Journaleintrag, Vorschau auf die nächste Einheit, Beitrag zur Farbenbibliothek

Fächerübergreifende Bezüge

Klassen 1–4

Fach	Bezug
Sachunterricht	Boden als Teil der Natur; saisonale Veränderungen; regionale Landschaft
Kunst	Farbmischung, Malen mit Naturmaterialien, Spuren hinterlassen
Deutsch	Beschreibende Sprache für Farbe und Textur; Journalschreiben
Mathematik	Sortieren, Zählen, Hell-Dunkel-Vergleiche

Klassen 5–8

Fach	Bezug
Physik	Licht-Materie-Wechselwirkung, Mie-Streuung, Partikelgrößeneffekte
Biologie	Boden als Lebensraum; Rolle der organischen Substanz
Chemie	Einführung in Eisenverbindungen, molekulare Erklärung von Farbe
Geografie	Bodentypen der Oder-Spree-Region; Pleistozäne Geologie
Kunst	Tradition der Erdpigmente; Malmedien; Farbkomposition
Mathematik	Datenerfassung, Diagramme, Prozentrechnung

Klassen 9–12

Fach	Bezug
Physik	Optik, elektromagnetisches Spektrum, Spektroskopie, CIELAB-Farbraum
Chemie	Ligandfeldtheorie, Eisenoxid-Mineralogie, Kristallchemie
Biologie	Bodenökologie, Humusbildung, mikrobielle Aktivität als Farbindikator
Geografie / Erdkunde	Pedogenese, Bodenklassifikation, Klimaarchiv in Böden
Mathematik	Statistik, Regressionsanalyse, ΔE -Berechnung

Fach	Bezug
Wissenschaftsmethodik	Experimentelles Design, Hypothesenprüfung, wissenschaftliche Kommunikation

SDG-Bezüge

SDG	Wie es in der Einheit erscheint
SDG 4 Hochwertige Bildung	Fächerübergreifender Physikunterricht, verankert in ortsgebundener Forschung und authentischer wissenschaftlicher Praxis
SDG 13 Maßnahmen zum Klimaschutz	Böden als Klimaarchive; Korrelation von Sensordaten (Feuchte, Temperatur) mit Pigmentfarbvariation
SDG 15 Leben an Land	Boden als lebendiges System; Eisenoxid-Mineralogie als Indikator für Bodengesundheit
SDG 2 Kein Hunger	Vergleich dreier Bewirtschaftungssysteme (konventionell / ökologisch / biodynamisch) als Erkundung der Bodenvitalität

BNE-Qualitätsrahmen-Ausrichtung (Brandenburger Qualitätskatalog)

Diese Einheit adressiert direkt folgende Kriterien des *Qualitätskatalogs für außerschulische Anbieterinnen und Anbieter von BNE im Land Brandenburg* (MLUK, April 2023):

Kriterium	Art der Erfüllung
1.1.1 Lebenswelt-Bezug	Inhalte sind in Müllroser Böden, lokalen Höfen und dem Naturpark Schlaubetal verankert
1.2.1 Zielgruppe konkret beschrieben	Drei Jahrgangsbänder mit je eigenen Zielen, Methoden und kognitiven Anforderungen
2.1.1 Mehrdimensional	Ökologische, wirtschaftliche, soziale und kulturelle Dimensionen explizit verknüpft
2.1.2 Interdisziplinär	Physik, Chemie, Kunst, Ökologie und Agronomie durchgehend integriert

Kriterium	Art der Erfüllung
2.2.1 Kontroverse These	Die zentrale Projektthese (Haltung → Boden → Farbe) ist eine Hypothese, keine gegebene Tatsache
3.1.1 Handlungsorientiert	Schülerinnen und Schüler sammeln, mahlen, messen und produzieren echte Pigmente
3.1.2 Erfahrungsorientiert	Geländephase verankert alles Lernen in direkter sinnlicher Begegnung
3.1.3 Entdeckend	Proben „nach Farbe sortieren ohne Erklärung“ (Klassen 5–8) als explizite Entdeckungsmethodik
3.1.4 Kooperativ	Probenahme auf Partnerhöfen; Gruppendesign der Korrelationsstudie
3.1.5 Reflektiert	Nass-Trocken-Diagramme, Bindemittelvergleich, Spektroskopie erfordern Erklärung der Beobachtungen
3.2 Theoretische Fundierung	Vollständiger theoretischer Hintergrund im Konzeptdokument (Abschnitte 3 und 9)
4.1.1 Neue Perspektiven	Drei Bewirtschaftungssysteme verglichen; Erdpigmente als globales Erbe
4.1.4 Risiken erkennen	Silikosc-Sicherheitsprotokoll vermittelt Vorsorgeverhalten explizit
4.3.1 Sich motivieren können	Jede Pigmentproduktion trägt zu einer echten öffentlichen Ausstellung bei

Die zentrale Projektthese als pädagogisches Mittel

Die Projektthese — „*Die innere Haltung einer Landwirtin oder eines Landwirts gegenüber dem Boden spiegelt sich in messbaren Bodenqualitätsparametern wider*“ — ist im Schulunterricht ungewöhnlich, weil sie:

- **Durch kein einzelnes Experiment beweisbar ist.** Sie bleibt eine Hypothese.
- **Echte Kontroverse trägt.** Seriöse Wissenschaftlerinnen und Landwirte sind uneins darüber.
- **Mehreren Disziplinen offen steht.** Physik kann Farbe messen; Ökologie kann Humus messen; Philosophie kann fragen, was „innere Haltung“ bedeutet.

Das ist eine bewusste pädagogische Entscheidung. Schülerinnen und Schüler aller Jahrgangsstufen begegnen der These auf einem altersangemessenen Komplexitätsniveau, und ihnen wird nie „die Antwort“ gegeben. Die Einheit endet mit der Frage offener, nicht geschlossener.

Für Klassen 1–4: Die Frage ist implizit — „Warum haben verschiedene Höfe verschiedene Farben?“ Für Klassen 5–8: Die Frage wird eingeführt und diskutiert, aber nicht aufgelöst. Für Klassen 9–12: Die Frage bildet die Grundlage einer eigenständigen Forschungsuntersuchung.

Saisonale Integration

Die Einheit entfaltet ihre größte Wirkung über das Schuljahr hinweg, wenn Schülerinnen und Schüler zu denselben Standorten zurückkehren können, während sich die Bedingungen verändern:

Jahreszeit	Aktivität	Was sie zeigt
Februar–März	Erste Bodenprobenahme	Winterfarben, hohe Feuchte, Ausgangsmessungen
April–Mai	Laborverarbeitung, Spektroskopie	Frühlingstrockenheit, Farbwandel beim Erwärmen
Mai–Juni	Pigmentproduktion für WP4	Korrelation mit der Saatzeit
September	Vertiefungsexperiment	Farbvergleich nach dem Sommer; Dürreeffekte auf Farbe

Auch wenn Ihre Gruppe nur einen einzigen Besuch absolvieren kann: Fotografieren Sie die Probenahmestandorte in mehreren Jahreszeiten für den Vergleich. Das Farbarchiv ist selbst ein saisonales Dokument.

Weiterführende Literatur

Zur Verbindung von Bodenwissenschaft und Kunst (Wessolek-Kernreferenzen): - Toland, A., Noller, J.S. & Wessolek, G. (Hrsg.) (2019): *Field to Palette — Dialogues on Soil and Art in the Anthropocene*. CRC Press / Taylor & Francis. 681 S. [Das zentrale Referenzwerk zur pädagogischen Philosophie dieser Einheit. Über 100 Wissenschaftlerinnen, Künstlerinnen und Pädagoginnen im Dialog; mit DIY-Experimenten, Bodenrezepten und visuellen Methoden, Boden als gespürtes Wissen zu vermitteln] - Feller, C., Landa, E.R., Toland, A. & Wessolek, G. (2015): *Case studies of soil in art*. SOIL 1: 543–559. DOI: 10.5194/soil-1-543-2015 [Open Access; behandelt Erdpigmente und Boden als Kulturmateriale durch die Geschichte. Kostenfrei herunterladbar] - Wessolek, G. (2021): *Böden in Kunst*

und Gesellschaft neu positionieren. Handbuch der Bodenkunde.* Wiley. DOI: 10.1002/9783527678495.hbbk2021001 [Wessolek's theoretische Begründung der gesellschaftlichen und bildungsbezogenen Rolle der Bodenwissenschaft — direkter BNE-Bezug]

Zu bodenkundlichen Grundlagen: - Blume, H.-P. u.a. (2018): *Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde*. 17. Auflage. Springer Spektrum. - Schwertmann, U. & Cornell, R.M. (2000): *Iron Oxides in the Laboratory*. Wiley-VCH. [Standardwerk zur Eisenoxid-Mineralogie und Bodenfarbe; Schwertmann war Professor an der TU München] - AG Boden / BGR (2024): *Bodenkundliche Kartieranleitung* (KA6). 6. Auflage. E. Schweizerbart, Stuttgart.

Zu Pigmenten und Malmaterialien: - Doerner, M. / Hoppe, T. (2011): *Malmaterial und seine Verwendung im Bilde*. 24. Auflage. Maier, Ravensburg. - Delamare, F. & Guineau, B. (2000): *Colour: Making and Using Dyes and Pigments*. Thames & Hudson.

Dokumentenbeziehungen

Dieses Rahmenkonzept ist gemeinsam mit folgenden Dokumenten zu lesen:

Dokument	Zweck
Leitfaden für Lehrende	Praktische Vorbereitung, Sicherheit, Materialien, Bewertung
Unterrichtsplanung Klassen 1–4	Sechs 45-Minuten-Einheiten für Grundschulgruppen
Unterrichtsplanung Klassen 5–8	Sechs 45-Minuten-Einheiten für die Sekundarstufe I
Unterrichtsplanung Klassen 9–12	Sieben 45-Minuten-Einheiten für die Sekundarstufe II
SoilPigments_PhysicsConcept_EN.md	Vollständiger theoretischer Hintergrund und BNE-Ausrichtung

Dieses Material ist Teil der Erdpuls-OER-Sammlung und steht als Open Educational Resource (OER) unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC-SA 4.0 zur Verfügung. © Living-Lab Erdpuls Müllrose / Michel Garand (2026) und seine Übersetzungen | Gefördert von Änderwerk gGmbH im Rahmen des Programms „Vor Ort Vereint“ mit Unterstützung der Robert Bosch Stiftung und der Christian und Dorothee Bürkert Stiftung