



Lisa Wieczorek, Nadine Rosendahl & Rainer Mehren

EXPERIMENTIERVIDEO I

WASSERHALTEVERMÖGEN VON BÖDEN

JAHRGANGSTUFE 5 – 7 | LEHRKRÄFTEHANDREICHUNG

INHALTSVERZEICHNIS

EINSATZ IM GEOGRAPHIEUNTERRICHT	01
INTERNETADRESSE DER EXPERIMENTIERVIDEOS	01
HINWEISE FÜR DEN UNTERRICHTLICHEN EINSATZ	02
UNTERRICHTSVORSCHLAG – VARIANTE 1	03
UNTERRICHTSVORSCHLAG – VARIANTE 2	05
UNTERRICHTSVORSCHLAG – VARIANTE 3	07
SCHÜLERPROTOKOLL	09
SCHÜLERPROTOKOLL – BEISPIELLÖSUNG	12
VERTIEFUNGSAUFGABEN	15
METHODENKARTEN	16
AUFGABEN ZUR METHODENREFLEXION	17
HINTERGRUNDINFORMATIONEN	18
WASSERHALTEVERMÖGEN VON BÖDEN	18
DIE NATURWISSENSCHAFTLICHE ARBEITSWEISE „EXPERIMENTIEREN“	20
GLOSSAR	21
LITERATUR	22
IMPRESSUM	23

INTERNETADRESSE DES EXPERIMENTIERVIDEOS

WASSERHALTEVERMÖGEN VON BÖDEN

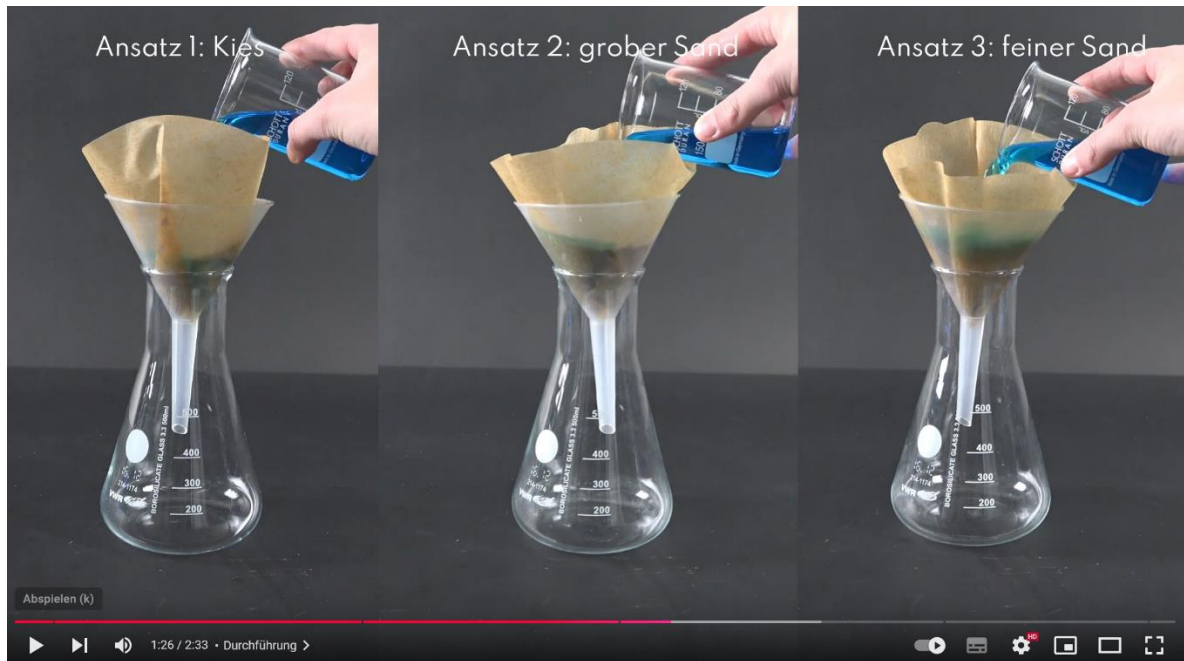


Abb. 1: Screenshot des Experimentiervideos Wasserhaltevermögen von Böden, Einflussfaktor Korngröße

Faktor Korngröße



<https://www.youtube.com/watch?v=hf4IPjsgf8>

HIER GEHT ES ZUR GEOBOX-SEITE



www.geobox.online

HINWEISE FÜR DEN UNTERRICHTLICHEN EINSATZ

VARIANTEN DES EINSATZES

Ebenso wie Experimente unterschiedlich im Unterricht eingesetzt werden können, ergeben sich auch für die Experimentiervideos verschiedene Einsatzmöglichkeiten. Die nachfolgend vorgestellten Varianten stellen drei Möglichkeiten des Einsatzes dar. Sie unterscheiden sich hinsichtlich des Eingangsimpulses sowie der Schüler:innenaktivität bzw. -selbstständigkeit (Abb. 3). Dementsprechend setzen die Vorschläge verschiedene Schwerpunkte bei der Förderung der Experimentierkompetenz. In der Übersichtsgrafik der Varianten markieren blau hervorgehobene Schritte die Teile, die von den Lernenden selbst erarbeitet werden, während die in Grau dargestellten Schritte vorgegeben sind (Abb. 2). Die Vorschläge sind grundsätzlich als entdeckende Experimente konzipiert, bei denen die Lernenden zu Beginn noch kein Wissen über die Einflussfaktoren des untersuchten Phänomens haben.



Abb. 2: Ausschnitt aus Variante 1

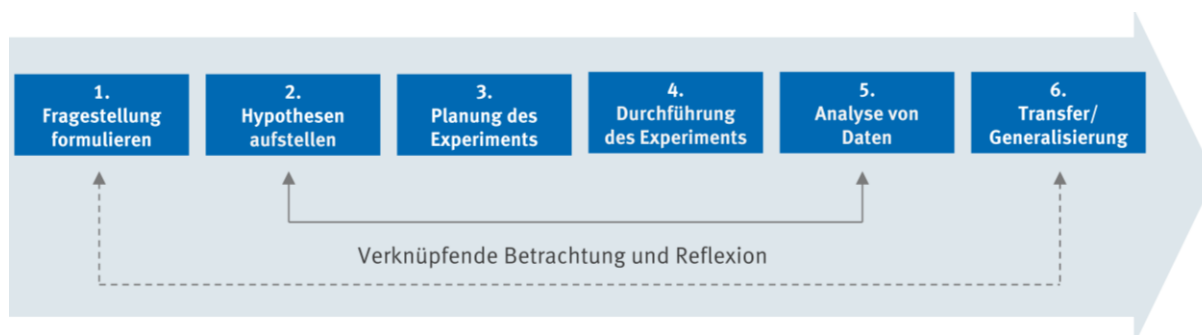


Abb. 3: Allgemeine Schrittfolge beim Experimentieren im Geographieunterricht (eigene Darstellung, nach Rosendahl, 2023, S. 11)

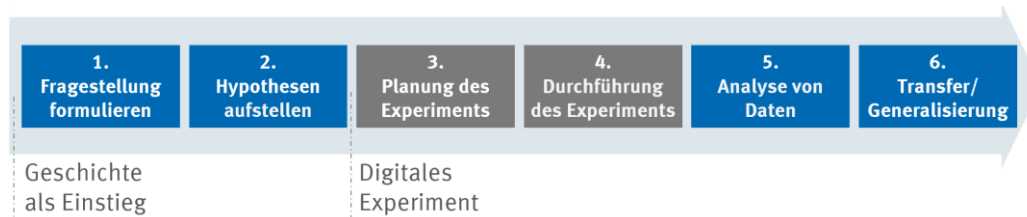
UNTERRICHTSMATERIAL

In der Handreichung sind Informationen zum Kernanliegen des Unterrichts, die verschiedenen Verlaufspläne sowie alle benötigten Unterrichtsmaterialien enthalten. Das **Schülerprotokoll** sowie die **Beispielösung** sind für alle Varianten nutzbar. Die **Vertiefungsaufgaben**, die Aufgaben zur **Methodenreflexion** und die **Methodenkarten** (Abb. 4) sind ebenfalls variantenübergreifend einsetzbar und können je nach Lernziel und Voraussetzungen der Lernenden flexibel in den Unterricht integriert werden. Gerade bei unterschiedlichen methodischen Kenntnissen und Fähigkeiten bieten sich die Methodenkarten für das Vornehmen einer Binnendifferenzierung an. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass eine Einführung der Methodenkarten und Hinweise zur Verwendung dieser im Vorfeld gegeben werden sollten, um einer kognitiven Überforderung der Lernenden während des Unterrichts vorzubeugen (Schmidt et al., 2019).



Abb. 4: Ausschnitte einer Methodenkarte

UNTERRICHTSVORSCHLAG – VARIANTE 1



KERNANLIEGEN

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten mittels eines Experiments die Wirkung des Einflussfaktors Korngröße auf das Wasserhaltevermögen von Böden und erweitern ihre experimentellen Kompetenzen in den vier Bereichen: Formulierung von Fragestellung und Hypothesen, Analyse von Daten und Transfer/Generalisierung.

UNTERRICHTSVERLAUFPLAN

U-Phase	Sozialform	Didaktisch-methodischer Schwerpunkt	Materialien
Einstieg	UG	In der Klasse wird die Geschichte gemeinsam (vor)gelesen. Es werden erste Vermutungen darüber aufgestellt, warum die Ernte auf beiden Feldern so unterschiedlich ausgefallen ist und welche Rolle hier das Wasser gespielt hat. Mithilfe von Hinweisen durch die Lehrkraft wird geschlossen, dass der Boden womöglich eine andere Zusammensetzung aufweist, was sich vor allem auf die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und zu speichern, auswirkt.	Geschichte Einstieg (Seite 4) Präsentationsmedium
Erarbeitung I	UG	Gemeinsam wird eine naturwissenschaftliche Fragestellung formuliert, um das Wasserhaltevermögen als einen Faktor, der die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit beeinflusst, zu erforschen. In Abhängigkeit des Vorwissens der Lernenden kann die Forschungsfrage auch vorgegeben werden. Die Lehrkraft gibt zudem in Abhängigkeit des Vorwissens Informationen zu den Bestandteilen und dem Aufbau von Böden sowie zu Bodenarten und -funktionen. Anschließend werden auf dem Präsentationsmedium mögliche Einflussfaktoren auf das Wasserhaltevermögen von Böden gesammelt und gemeinsam Hypothesen über deren Wirkung formuliert. Es wird darüber informiert, dass der Faktor Korngröße im Experimentvideo behandelt wird.	Präsentationsmedium
Sicherung I	UG	Die Fragestellung, die Einflussfaktoren sowie die für das Experiment wesentlichen Hypothesen (Hypothese, Nullhypothese) werden im Protokoll gesichert.	AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Erarbeitung II	PA	Die Lernenden schauen sich zu zweit das Experimentiervideo zum Einflussfaktor Korngröße auf das Wasserhaltevermögen von Böden an. Sie dokumentieren die Planung, Durchführung und Beobachtungen im Protokoll. Sie analysieren die Ergebnisse, indem sie diese deuten und auf die Hypothesen beziehen.	Experimentiervideo AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Sicherung II	UG	Die Lernenden stellen ihre Arbeitsergebnisse vor, vergleichen diese untereinander und diskutieren diese. Sie vervollständigen das Protokoll. Anschließend diskutieren sie, inwiefern sich aus dem Experiment allgemeine Regeln ableiten lassen und formulieren eine abschließende Antwort auf die anfangs aufgestellte Frage (Transfer/ Generalisierung).	Präsentationsmedium AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Optional: Vertiefungsaufgaben und/ oder Aufgaben zur Methodenreflexion.			

GESCHICHTE - EINSTIEG

Lenas Erbe und das Geheimnis der Böden

Lena hat von einer Tante zwei kleine Grundstücke in Norddeutschland geerbt. Darüber freute sie sich, da sie schon immer einmal Gemüse anbauen wollte. Sie säte die gleichen Sorten von Gemüsepflanzen aus und goss alle Pflanzen gleichmäßig. „Es müsste eigentlich gut klappen, da beide Äcker auch gleich viel Sonne abbekommen“, dachte Lena. Zur Erntezeit macht sich bei Lena jedoch große Enttäuschung breit: Während sie auf dem einen Acker eine sehr gute Ernte erzielen konnte, sahen die Pflanzen auf der anderen Fläche vertrocknet aus. Lena kann sich das nicht erklären. Sie versucht, sich an die Worte ihrer Tante zu erinnern. Irgendwas sagte sie damals, dass sie die Flächen unterschiedlich nutzte. Aber warum? Könnte es an den Böden liegen? Lena beschloss, dies zu erforschen. Sie nahm von beiden Grundstücken eine Probe und untersuchte diese. Die Böden sahen richtig unterschiedlich aus. Der eine Boden war dunkel und feucht, fast matschig. Der andere Boden war heller und sah körniger aus, fast wie Sand. Lena fragte sich: „Hat das womöglich mit den Unterschieden bei meiner Ernte zu tun?“

UNTERRICHTSVORSCHLAG – VARIANTE 2



KERNANLIEGEN

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten mittels eines Experiments die Wirkung des Einflussfaktors Korngröße auf das Wasserhaltevermögen von Böden und erweitern ihre experimentellen Kompetenzen in den fünf Bereichen: Formulierung von Fragestellung und Hypothesen, Planung eines Experiments, Analyse von Daten und Transfer/Generalisierung.

UNTERRICHTSVORLAUFPLAN

U-Phase	Sozialform	Didaktisch-methodischer Schwerpunkt	Materialien
Einstieg I	UG	In der Klasse wird die Geschichte gemeinsam (vor)gelesen. Es werden erste Vermutungen darüber aufgestellt, warum die Ernte auf beiden Feldern so unterschiedlich ausgefallen ist und welche Rolle hier das Wasser gespielt hat. Mithilfe von Hinweisen durch die Lehrkraft wird geschlussfolgert, dass der Boden womöglich eine andere Zusammensetzung aufweist, was sich vor allem auf die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und zu speichern, auswirkt.	Geschichte Einstieg (Seite 6) Präsentationsmedium
Erarbeitung I	UG	Gemeinsam wird eine naturwissenschaftliche Fragestellung formuliert, um das Wasserhaltevermögen als einen Faktor, der die landwirtschaftliche Ertragsfähigkeit beeinflusst, zu erforschen. In Abhängigkeit des Vorwissens der Lernenden kann die Forschungsfrage auch vorgegeben werden. Die Lehrkraft gibt zudem in Abhängigkeit des Vorwissens Informationen zu den Bestandteilen und dem Aufbau von Böden sowie zu Bodenarten und -funktionen. Anschließend werden auf dem Präsentationsmedium mögliche Einflussfaktoren auf das Wasserhaltevermögen von Böden gesammelt und gemeinsam Hypothesen über deren Wirkung formuliert. Es wird darüber informiert, dass der Faktor Korngröße im Experimentvideo behandelt wird.	Präsentationsmedium
Sicherung I	UG	Die Fragestellung, die Einflussfaktoren sowie die für das Experiment wesentlichen Hypothesen (Hypothese, Nullhypothese) werden im Protokoll gesichert.	AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Erarbeitung II	UG PA	Die Lehrkraft zeigt ein Bild mit allen für das Experiment verfügbaren Materialien. Die Bezeichnungen für die einzelnen Materialien werden zusammengetragen. Die Lernenden diskutieren und wählen aus, welche Materialien benötigt werden, um die Hypothesen zu untersuchen. Die Lernenden planen in Tandems zum Faktor Korngröße mit den zur Verfügung stehenden Materialien einen Experimentaufbau und fertigen eine Skizze an.	Foto Material (Seite 6) Präsentationsmedium Experimentiervideo
Sicherung II	GA	Die Lernenden vergleichen ihre Entwürfe für den Experimentaufbau zunächst untereinander, bevor sie die Skizzen mit der jeweiligen Lösung vergleichen (Video Abschnitt 2: Aufbau) und besprechen. Die Lehrkraft unterstützt die Gruppen.	Experimentiervideo

Erarbeitung III	PA	Die Lernenden schauen sich das Experimentiervideo an und vervollständigen das Protokoll.	AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Sicherung II	UG	Die Lernenden stellen ihre Arbeitsergebnisse vor, vergleichen diese untereinander und diskutieren diese. Sie vervollständigen das Protokoll. Anschließend diskutieren sie, inwiefern sich aus dem Experiment allgemeine Regeln ableiten lassen und formulieren eine abschließende Antwort auf die anfangs aufgestellte Frage (Transfer/ Generalisierung).	Präsentationsmedium AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Optional: Vertiefungsaufgaben und/oder Aufgaben zur Methodenreflexion.			

GESCHICHTE - EINSTIEG

Lenas Erbe und das Geheimnis der Böden

Lena hat von einer Tante zwei kleine Grundstücke in Norddeutschland geerbt. Darüber freute sie sich, da sie schon immer einmal Gemüse anbauen wollte. Sie säte die gleichen Gemüsepflanzen aus und goss alle Pflanzen gleichmäßig. „Es müsste eigentlich gut klappen, da beide Äcker auch gleich viel Sonne abbekommen“, dachte Lena. Zur Erntezeit macht sich bei Lena jedoch große Enttäuschung breit: Während sie auf dem einen Acker eine sehr gute Ernte erzielen konnte, sahen die Pflanzen auf der anderen Fläche vertrocknet aus. Lena kann sich das nicht erklären. Sie versucht, sich an die Worte ihrer Tante zu erinnern. Irgendwas sagte sie damals, dass sie die Flächen unterschiedlich nutzte. Aber warum? Könnte es an den Böden liegen? Lena beschloss, dies zu erforschen. Sie nahm von beiden Grundstücken eine Probe und untersuchte diese. Die Böden sahen richtig unterschiedlich aus. Der eine Boden war dunkel und feucht, fast matschig. Der andere Boden war heller und sah körniger aus, fast wie Sand. Lena fragte sich: „Hat das womöglich mit den Unterschieden bei meiner Ernte zu tun?“

FOTO - MATERIAL FÜR DIE EXPERIMENTPLANUNG



UNTERRICHTSVORSCHLAG – VARIANTE 3



KERNANLIEGEN

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten mittels eines Experiments die Wirkung des Einflussfaktors Korngröße auf das Wasserhaltevermögen von Böden und erweitern ihre experimentellen Kompetenzen in den vier Bereichen: Formulierung von Fragestellung und Hypothesen, Analyse von Daten und Transfer/Generalisierung.

UNTERRICHTSVERLAUFPLAN

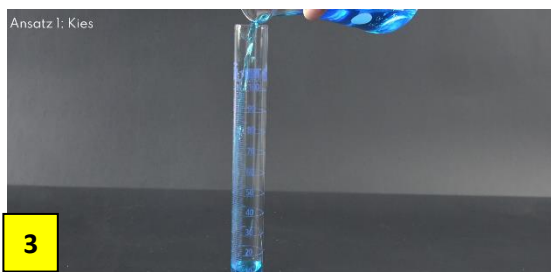
U-Phase	Sozialform	Didaktisch-methodischer Schwerpunkt	Materialien
Einstieg	UG	Die Lernenden lesen den Aufruf der Mission und bringen die Fotos in die richtige Reihenfolge (Lösung Reihenfolge: 4, 1, 3, 2). Es erfolgt ein Austausch über die Lösung.	Mission Teil 1 (Seite 8) Präsentationsmedium
Erarbeitung I	UG	Die Lernenden stellen mit Hilfe der Fotos Vermutungen an, zu welchem Thema das Experiment durchgeführt wurde. Die Lehrkraft gibt zudem in Abhängigkeit des Vorwissens Informationen zu den Bestandteilen und dem Aufbau von Böden sowie zu Bodenarten und -funktionen. Es wird eine mögliche Fragestellung abgeleitet, die dem Experiment zugrunde liegt. Zudem werden mögliche Einflussfaktoren auf das Wasserhaltevermögen von Böden gesammelt.	Präsentationsmedium
Sicherung I	UG	Die Lernenden tragen ihre Arbeitsergebnisse in das Protokoll ein.	AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Erarbeitung II	PA	Die Lernenden lesen die zweite Nachricht. Anschließend schauen sie sich in Tandems das Experimentiervideo an und vervollständigen das Protokoll.	Mission Teil 2 (Seite 8) Experimentiervideo AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Sicherung II	UG	Die Lernenden stellen ihre Arbeitsergebnisse vor, vergleichen diese untereinander und diskutieren diese. Sie vervollständigen das Protokoll (Zusammenfassung). Anschließend diskutieren sie, inwiefern sich aus dem Experiment allgemeine Regeln ableiten lassen und formulieren eine abschließende Antwort auf die anfangs aufgestellte Frage (Transfer/Generalisierung).	AB Schülerprotokoll (Seite 9)
Optional: Vertiefungsaufgaben und/ oder Aufgaben zur Methodenreflexion.			

MISSION TEIL 1- EINSTIEG

LENAS SPANNENDE MISSION: DAS RÄTSEL DER BÖDEN LÖSEN!

Lena war super aufgeregt: Sie hatte von ihrer Tante zwei kleine Grundstücke geerbt! „Perfekt! Endlich kann ich mein eigenes Gemüse anbauen!“, freute sie sich. Lena legte los, pflanzte die gleichen Gemüsesorten auf beiden Feldern und goss sie gleichmäßig. „Die Sonne scheint hier auch auf beide Felder – es kann also nichts schiefgehen“, dachte sie. Doch als die Erntezeit kam, war Lena völlig verwirrt. Auf einem Feld wuchs das Gemüse prächtig, aber auf dem anderen war es vertrocknet und kümmerlich. „Was ist denn hier passiert?“, wunderte sie sich. Da erinnerte sie sich an die Worte ihrer Tante. Die hatte einmal erzählt, dass sie die Felder unterschiedlich genutzt hatte. Aber warum sollte das einen Unterschied machen? Lena beschloss, dem Geheimnis auf die Spur zu kommen. Sie ging in den Keller, um nach Hinweisen zu suchen – und tatsächlich fand sie dort eine staubige Kiste. Darin lagen Fotos und ein USB-Stick. Auf einem Zettel stand: „Bodenproben ins Labor geschickt.“ Das klang spannend! Aber die Fotos waren durcheinander und für die Dateien auf dem USB-Stick brauchte man ein Passwort. Dort war eine Notiz: „Der Unterschied zwischen den Proben ist das Passwort“. Das war der entscheidende Hinweis. Jetzt hatte sie eine Mission: „Ich muss herausfinden, worin sich die Böden unterscheiden, um das Passwort zu erhalten! Was hat die Unterschiede in der Ernte verursacht? Kann ich einen Hinweis finden, der die Geheimnisse der Böden aufdeckt? Vielleicht sortiere ich dafür zunächst einmal die Fotos.“ Lena braucht deine Hilfe! Kannst du mit ihr zusammen die Fotos ordnen, um das Experiment zu verstehen und den Unterschied zwischen den Böden herausfinden, um die Daten auf dem USB-Stick zu öffnen?

Fotos ungeordnet:



MISSION TEIL 2- ÜBERLEITUNG VIDEO

Tatsächlich! Durch die Eingabe des Passworts „Korngröße“ konnte die Videoaufnahme vom Labor zum Experiment auf dem USB-Stick abgerufen werden. Da das Forscherteam jedoch keinerlei Erklärungen hinzugefügt hat, liegt es nun an euch, das Experiment zu entschlüsseln und eine Antwort auf die Frage zu finden, wie die Korngröße genau mit dem Wasserhaltevermögen zusammenhängt. Helft Lena beim Finden der Antwort.

Zugang zum Video:



<https://www.youtube.com/watch?v=hf4lPjsgf8>

SCHÜLERPROTOKOLL ZUM EXPERIMENT WASSERHALTEVERMÖGEN VON BÖDEN

Name: _____

Schritt 1: Eine naturwissenschaftliche Frage formulieren.

- Formuliert eine Forschungsfrage zu möglichen Einflüssen auf das Wasserhaltevermögen von Böden. Die Frage sollte mit einem Experiment untersucht werden können.

Schritt 2: Hypothesen aufstellen.

- Notiert mögliche Einflussfaktoren auf das Wasserhaltevermögen von Böden.

- Wählt den Einflussfaktor aus, zu dem es ein Video gibt und überlegt, welchen Einfluss dieser auf das Wasserhaltevermögen von Böden haben könnte. Formuliert dann eine passende Hypothese.

Hypothese: _____

- Formuliert die dazugehörige Nullhypothese.

Nullhypothese: _____

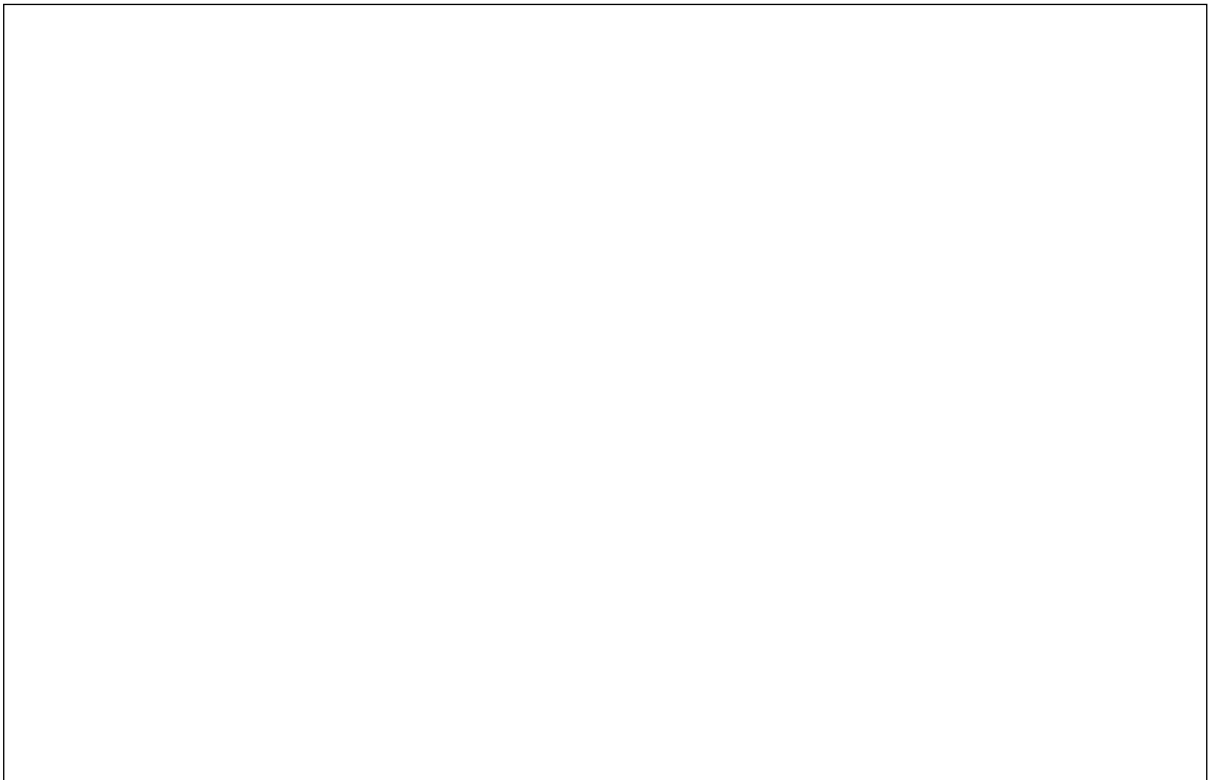
Schritt 3: Planung des Experiments

- Notiert, welche Materialien für den Aufbau und die Durchführung des Experiments zur Überprüfung der Hypothesen benötigt werden.

Materialliste:

- | | |
|---|---|
| ➤ | ➤ |
| ➤ | ➤ |
| ➤ | ➤ |
| ➤ | ➤ |
| ➤ | ➤ |

- Fertigt eine beschriftete Skizze des Aufbaus an:



Schritt 4: Durchführung des Experiments

- Beobachtet genau, was bei der Durchführung des Experiments passiert.
Notiert eure Beobachtungen.

Schritt 5: Analyse von Daten

- Welche Schlussfolgerung könnt ihr im Hinblick auf die Hypothesen ziehen?
Kreuzt an.

	bestätigt	nicht bestätigt
Hypothese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nullhypothese	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Überlegt, wie man das Ergebnis erklären könnte. Denkt dabei an den Aufbau und die Struktur von Böden.

Schritt 6: Transfer und Generalisierung

- Diskutiert, inwiefern sich aus dem Experiment allgemeine Regeln ableiten lassen.
Formuliert eine abschließende Antwort auf die anfangs aufgestellte Frage.

SCHÜLERPROTOKOLL ZUM EXPERIMENT BODENEROSION DURCH WASSER (BEISPIELLÖSUNG)

Schritt 1: Eine naturwissenschaftliche Frage formulieren.

- Formuliert eine Forschungsfrage zu möglichen Einflussfaktoren auf das Wasserhaltevermögen von Böden. Die Frage sollte mit einem Experiment untersucht werden können.
- Welche Böden können Wasser gut speichern bzw. halten?
- Welche Faktoren begünstigen die Wasserspeicherung bzw. das Wasserhaltevermögen eines Bodens?
- Warum wird das Wasser in Böden unterschiedlich gut aufgenommen und gespeichert?
- Wovon hängt die Fähigkeit zur Speicherung von Wasser von Böden ab?

Schritt 2: Hypothesen aufstellen.

- Notiert mögliche Einflussfaktoren auf das Wasserhaltevermögen von Böden.

Auswahl Einflussfaktoren:

1. Korngröße bzw. Bodenart
2. Bodenporenvolumen und -verteilung
3. Humusgehalt
4. Bodenbewuchs

Das Experimentvideo überprüft lediglich den Faktor 1 der Korngröße, da es sich hierbei um einen wesentlichen Faktor handelt, der gut im Experiment bearbeitet werden kann. Andere Faktoren lassen sich in einem Experiment nur schwer überprüfen (z. B. Humusgehalt, Porenverteilung). Es ist jedoch im Sinne der Förderung der Experimentierkompetenz sinnvoll, zunächst möglichst viele Faktoren zu sammeln.

- Wählt den Einflussfaktor aus, zu dem es ein Video gibt und überlegt, welchen Einfluss dieser auf das Wasserhaltevermögen von Böden haben könnte. Formuliert dann eine passende Hypothese.

	Korngröße
Hypothese	Je kleiner die Korngröße ist, desto größer ist das Wasserhaltevermögen von Böden.

- Formuliert die dazugehörige Nullhypothese.

	Korngröße
Nullhypothese	Die Korngröße hat keinen Einfluss auf das Wasserhaltevermögen von Böden.

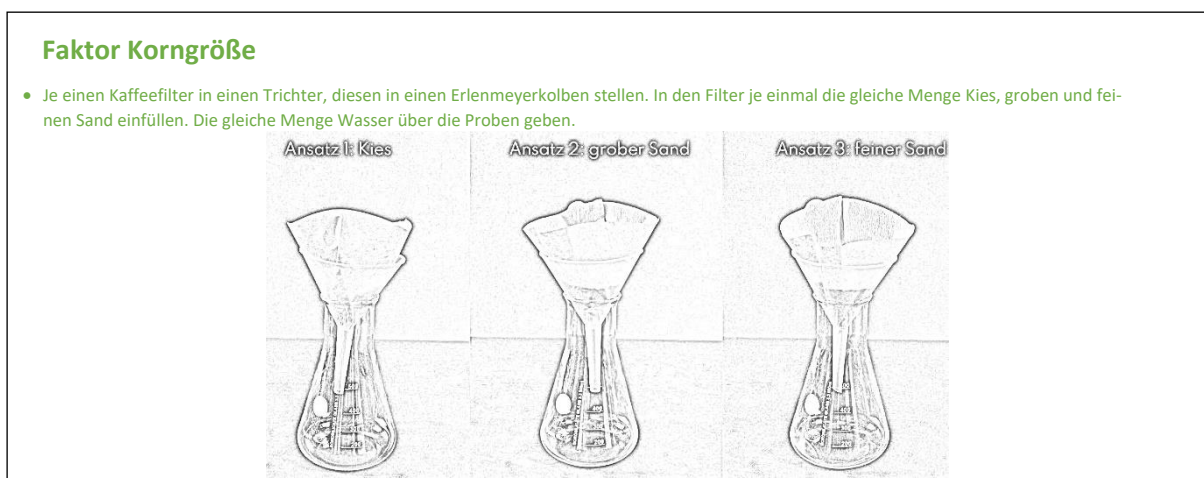
Schritt 3: Planung des Experiments

- Notiert, welche Materialien für den Aufbau und die Durchführung des Experiments zur Überprüfung der Hypothesen benötigt werden.

Materialliste:

- 50 g Kies (10-30 mm)
- 50 g grober Sand (0,63-2 mm)
- 50 g feiner Sand (< 0,2 mm)
- 3 Trichter
- Stoppuhr
- 3 Messzylinder (V = 100 ml)
- 3 Erlenmeyerkolben (V = 500 ml)
- 3 mal 100 ml gefärbtes Wasser
- 3 Kaffeefilter

- Fertigt eine beschriftete Skizze des Aufbaus an:



Schritt 4: Durchführung des Experiments

- Beobachtet genau, was bei der Durchführung des Experiments passiert. Notiert eure Beobachtungen.

Korngröße:

Beim Ansatz mit dem Kies beginnt unmittelbar nach Einfüllen des Wassers in den Filter, Wasser aus dem Trichter in den Erlenmeyerkolben zu fließen. Auch beim groben Sand setzt dieser Prozess sehr schnell ein. Beim feinen Sand vergeht zunächst einige Zeit und das Wasser läuft eher tröpfchenweise durch den Trichter in den Erlenmeyerkolben, während es vor allem beim Ansatz mit dem Kies schnell durchläuft. Beim Ansatz mit dem feinen Sand dauert es insgesamt am längsten, bis der Durchfluss des Wassers beendet ist und kein Wasser mehr nachläuft oder -tropft. Es lässt sich erkennen, dass letztlich im Ansatz mit dem Kies die meiste Flüssigkeit im Erlenmeyerkolben aufgefangen wurde. Am wenigsten Wasser findet sich in dem Ansatz mit dem feinen Sand.

	Ansatz mit Kies	Ansatz mit grobem Sand	Ansatz mit feinem Sand
Gespeicherte Wassermenge	3 ml	32 ml	35 ml

Schritt 5: Analyse von Daten

- Welche Schlussfolgerung könnt ihr im Hinblick auf die Hypothesen ziehen? Kreuzt an.
- Überlegt, wie man das Ergebnis erklären könnte. Denkt dabei an den Aufbau und die Struktur von Böden.

Korngröße:

- Je kleiner die Korngröße ist, desto größer ist das Wasserhaltevermögen.
- Begründung für das Ergebnis: Böden mit sehr kleinen Körnern, wie Ton, haben viele winzige Poren, die Wasser gut speichern können. Die kleinen Körner sorgen dafür, dass das Wasser stark an den Boden gebunden wird. Das liegt an der großen Oberfläche der feinen Körner, an der sich das Wasser festhalten kann. Außerdem wirken in den kleinen Poren starke Kapillarkräfte, die das Wasser entgegen der Schwerkraft halten und ein schnelles Versickern verhindern.

Schritt 6: Transfer und Generalisierung

- Diskutiert, inwiefern sich aus dem Experiment allgemeine Regeln ableiten lassen. Formuliert eine abschließende Antwort auf die anfangs aufgestellte Frage.

Auf Basis der Ergebnisse aus dem Experiment lässt sich festhalten, dass die Korngröße einen wesentlichen Einfluss auf das Wasserhaltevermögen von Böden hat. Unterschiedliche Zusammensetzungen von Böden in ihrer Korngröße führen also zu unterschiedlichen Fähigkeiten, Wasser zu speichern. Im Experiment wurden reine Korngrößen (Bodenarten) untersucht, um eindeutig eine Kausalität nachweisen zu können. Natürliche Böden bestehen jedoch aus einer Mischung verschiedener Korngrößen, wodurch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf reale Bedingungen eingeschränkt ist. Zudem gibt es weitere wichtige Faktoren, die das Wasserhaltevermögen beeinflussen, wie Humusgehalt, Porenverteilung und Bodenstruktur. Diese wurden im Experiment nicht berücksichtigt. In der Natur wirken diese Faktoren oft zusammen und beeinflussen sich gegenseitig. Mit Blick auf die Landwirtschaft lässt sich jedoch festhalten, dass Böden mit einem höheren Anteil an feinen Bodenbestandteilen, wie Lössböden mit hohem Schluffanteil, deutlich besser Wasser speichern können als grobsandige Böden.

EINSATZ IM GEOGRAPHIEUNTERRICHT

VERTIEFUNGSAUFGABEN

1. Welche Böden und wo genau?

- a) Recherchiert, in welchen Regionen in Deutschland sich Böden finden, die sich besonders für die landwirtschaftliche Produktion eignen.
- b) Bei weiteren Recherchen erfährt Lena, dass einer ihrer beiden Acker ein Marschboden ist. Der andere Boden ist Geest. Vergleicht die beiden Böden Marsch und Geest. Recherchiert hierzu, wo diese vorkommen, wie diese entstanden sind und welche Eigenschaften sie aufweisen. Bezieht auch eure Ergebnisse aus dem Experiment mit ein. Fasst zusammen, wie sich die recherchierten Eigenschaften auf die unterschiedliche Ertragsfähigkeit beider Böden auswirkt und wie diese vorrangig genutzt werden können. Überlegt auf Basis eurer Recherchen, auf welchem der beiden Böden die Gemüsepflanzen von Lena vertrocknet sind.

2. Welche weiteren Faktoren gibt es? Neben der Korngröße gibt es auch noch weitere Faktoren, die einen Einfluss auf das Wasserhaltevermögen haben können (z. B. die Vegetation, die Bodenverdichtung, der Humusgehalt oder der Salzgehalt). Suche dir einen Faktor aus und plane ein Experiment, mit dem überprüft werden kann, inwiefern sich der jeweilige Faktor auf das Wasserhaltevermögen von Böden auswirkt.

3. Was kann getan werden? Landwirt:innen können zwar die Böden nicht austauschen, die sie bewirtschaften, dennoch gibt es einige Maßnahmen, um das Wasserhaltevermögen von Böden zu optimieren. Recherchiert mögliche Maßnahmen und schreibt eine kurze Empfehlung an einen Landwirt, wie er seinen Boden bearbeiten kann, um das Wasserhaltevermögen seines Bodens zu optimieren.

METHODENKARTEN

Ihr braucht einen Impuls bei der Bearbeitung der einzelnen Schritte?

Hier findet ihr verschiedene Methodenkarten, die euch bei den einzelnen Schritten des Experimentierens unterstützen und hilfreiche Tipps geben können.



Schritt 1 Forschungsfrage formulieren



<https://uni.ms/roshd>

Schritt 2 Hypothesen aufstellen



<https://uni.ms/cx1lg>

Schritt 3 & 4 Experiment planen und durchführen



<https://uni.ms/lh1db>

Schritt 5 & 6 Analyse von Daten und Transfer/Generalisierung



<https://uni.ms/pu0t3>

AUFGABEN ZUR METHODENREFLEXION

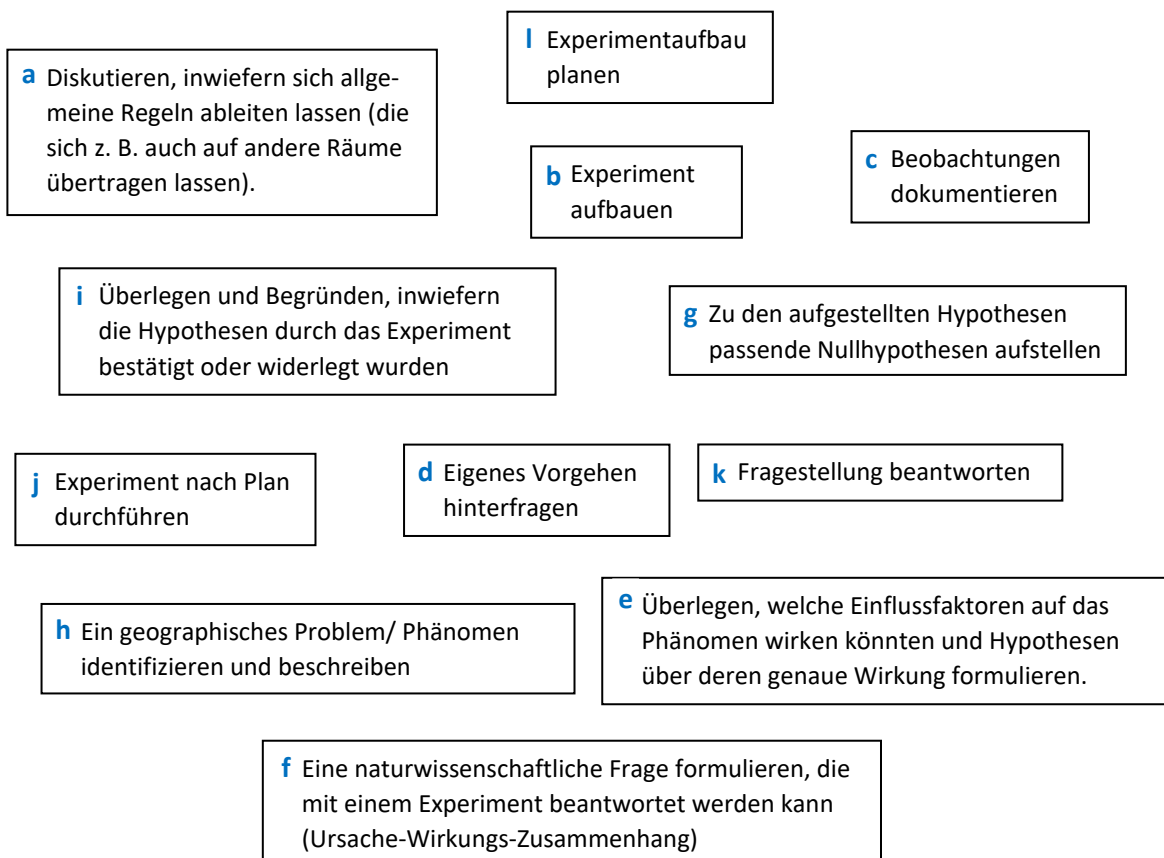
Mit Bezug zum Experimentiervideo

1. Überlegt, welche Schritte euch leichtfielen und welche nicht. Tauscht euch darüber aus.
2. Überlegt am Beispiel des Experiments, worauf bei den einzelnen Schritten besonders geachtet werden muss, um möglichst wissenschaftlich bzw. genau zu arbeiten.
3. Diskutiert, inwiefern das Experiment verbessert werden könnte.

Mit Bezug zum methodischen Vorgehen allgemein

1. Ordnet die Schritte, die bei einem Experiment durchlaufen werden.
2. Diskutiert, was bei den einzelnen Schritten herausfordernd sein könnte und worauf besonders geachtet werden muss, um möglichst wissenschaftlich bzw. genau zu arbeiten.
3. Ordnet die Schritte den übergeordneten Schritten des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs zu:

- (1) Problem/ Phänomen identifizieren & Fragestellung formulieren
- (2) Hypothesen formulieren
- (3) Planung eines Experiments
- (4) Durchführung eines Experiments
- (5) Analyse der Daten
- (6) Transfer/ Generalisierung



BODENEROSION WASSERHALTEVERMÖGEN VON BÖDEN

WAS BEDEUTET WASSERHALTEVERMÖGEN VON BÖDEN?

Das Wasserhaltevermögen, häufig auch als Wasserkapazität bezeichnet, gibt an, wie viel Wasser ein Boden nach seiner vollständigen Sättigung entgegen der Schwerkraft halten beziehungsweise speichern kann (Schubert, 2016, S. 26). Die gesamte Wassermenge, die ein Boden aufnehmen kann, wird als maximale Wasserkapazität bezeichnet (Stahr, o. J.). Die Wasserkapazität kann angegeben werden in Masse-, Volumenprozent oder in mm Wassersäule.

WESHALB IST DAS THEMA WICHTIG?

Das Wasserhaltevermögen stellt vor allem mit Blick auf die landwirtschaftliche Produktion einen wichtigen Faktor dar, da es das Pflanzenwachstum hemmt respektive stärkt (Schubert, 2016). Beispielsweise bestimmt die Wasserspeicherkapazität eines Bodens, wie viel Wasser in längeren Hitzeperioden zur Verfügung steht und gibt dadurch Auskunft darüber, wann erneut gewässert werden muss. So können zum Beispiel Schwarzerden so viel Wasser speichern, dass angebauter Weizen auch 40 Tage ohne Regen in voller Sommerhitze auskommen kann, ohne, dass es zu Trockenstress der Pflanzen kommt (Don & Prietz, 2019). Vor allem mit Blick auf klimatische Veränderungen im Zuge des Klimawandels ist in den nächsten Jahren verstärkt mit Dürreperioden zu rechnen. Weniger Niederschläge und steigende Temperaturen werden die Verdunstung von Bodenwasser erhöhen, was in einer Verringerung der Bodenwasservorräte resultieren wird. Dies betrifft vor allem Böden mit geringeren Wasserkapazitäten, die somit stärker austrocknen, sodass die landwirtschaftliche Produktivität verringert wird. Plötzliche Starkregenereignissen können zudem zu einer erhöhten Erosionsanfälligkeit der ausgetrockneten Flächen führen, was zu weiteren Ertragsrückständen führen kann (Chmielewski, 2009).

WELCHE FAKTOREN BEEINFLUSSEN DAS WASSERHALTEVERMÖGEN?

Das Wasserhaltevermögen eines Bodens ist entscheidend für die Wasserversorgung von Pflanzen und wird durch mehrere zentrale Faktoren bestimmt. Zu den wichtigsten gehören das Porenvolumen, die Korngrößenverteilung und das Bodengefüge.

Porenvolumen und seine Rolle im Wasserhaltevermögen

Das Porenvolumen beschreibt den Anteil an Hohlräumen im Boden, die Wasser und Luft aufnehmen können. Ein Boden mit einem ausgewogenen Verhältnis von Mikroporen (kleine Poren) und Makroporen (große Poren) speichert und leitet Wasser optimal. Mikroporen halten das Wasser durch Kapillarkräfte zurück, wodurch das Wasser im Boden gespeichert bleibt und nicht schnell abfließt. Makroporen hingegen fördern die Infiltration, indem sie überschüssiges Wasser schnell versickern lassen und dafür sorgen, dass der Boden gut belüftet bleibt. Ein gut strukturiertes Porensystem ist somit entscheidend für eine gute Wasserspeicherung und die Wasserverfügbarkeit für Pflanzen. Verdichtete Böden haben ein geringeres Porenvolumen, was sowohl das Wasserspeichervermögen als auch die Wasserverfügbarkeit für Pflanzen erheblich reduziert (Schubert, 2016).

Einfluss der Korngrößenverteilung auf das Wasserhaltevermögen

Die Korngrößenverteilung ist ein weiterer entscheidender Faktor für das Wasserhaltevermögen eines Bodens. Böden mit einem hohen Anteil an Ton enthalten viele Mikroporen, die eine größere Oberfläche bieten. Diese spezifische Oberfläche führt zu einer stärkeren Adsorption, wodurch Wasser an der Oberfläche der Bodenpartikel gebunden wird. Gleichzeitig nehmen Kapillarkräfte zu, die die Versickerung von Wasser hemmen. Diese Kräfte sorgen dafür, dass Wasser in den Poren des Bodens gehalten wird, auch entgegen der Schwerkraft. Dieses Wasser wird als Haftwasser, Adsorptionswasser oder Kapillarwasser bezeichnet. Feinkörnigere Böden (wie Tonböden) können dadurch mehr Wasser speichern, allerdings ist dieses Wasser häufig so stark gebunden, dass es für Pflanzen schwer zugänglich ist. Es wird als Totwasser bezeichnet. Im Gegensatz dazu sind sandige Böden von Natur aus durchlässiger, da sie viele Makroporen besitzen, die Wasser schneller ableiten. Daher weisen sie eine geringere Feldkapazität auf und können weniger Wasser speichern (Wienke & Harnisch, 2017).

Bodengefüge und seine Bedeutung

Ein weiterer wichtiger Faktor ist das Bodengefüge, also die Struktur und Anordnung der Bodenpartikel. Das Bodengefüge wird stark durch organische Substanzen wie Humus beeinflusst, der nicht nur das Porenvolumen vergrößert, sondern auch die Stabilität der Bodenaggregate verbessert. Eine stabile Bodenstruktur fördert die Bildung von Poren unterschiedlicher Größe, was zu einer optimalen Balance zwischen Wasserspeicherung und Durchlässigkeit führt.

In der landwirtschaftlichen Praxis kann das Bodengefüge durch verschiedene Maßnahmen beeinflusst werden. So trägt beispielsweise das Vermeiden von Bodenverdichtung, der Einsatz schonender Bearbeitungsmethoden und das Einbringen von Humus dazu bei, das Porenvolumen zu erhalten oder zu verbessern. Eine abwechslungsreiche Fruchtfolge und der Erhalt von Bodenbewuchs schützen den Boden zudem vor Erosion und fördern die Bildung von Poren durch Wurzeleinträge (Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (KBU), 2016).

DIE NATURWISSENSCHAFTLICHE ARBEITSWEISE „EXPERIMENTIEREN“

WAS IST EIN EXPERIMENT?

Ein Experiment ist „eine planmäßige, grundsätzlich wiederholbare Beobachtung unter künstlich hergestellten, möglichst veränderbaren Bedingungen“ (Regenbogen et al., 1998, S. 213). Das Ziel eines Experiments ist die Überprüfung von Hypothesen zu kausalen Wirkungszusammenhängen zwischen Faktoren, die an einem Prozess beteiligt sind (Grupe, 1977, S. 240). Ausschlaggebend ist, dass die zu untersuchende Testvariable (unabhängige Variable, UV) isoliert wird. Das bedeutet, dass diese präzise definiert und einzeln variiert wird. Alle anderen Variablen werden konstant gehalten (kontrolliert). Durch den Vergleich zwischen den Ansätzen (mindestens zwei Ansätze), in denen lediglich die Testvariable variiert wird, können Schlussfolgerungen über die Wirkung der Testvariable auf die abhängigen Variable (AV) gezogen und damit Hypothesen überprüft werden. Es ergeben sich folgende fünf Merkmale für ein Experiment (verändert nach Bäuml-Roßnagel, 1979, S. 41; Otto, 2003, S. 3):



- 1) **planmäßige** Beobachtung
- 2) Überprüfung **kausaler Wirkungszusammenhänge**
- 3) **Variation** der unabhängigen Variablen
- 4) **Kontrolle** aller anderen Variablen
- 5) **Reproduzierbarkeit**

MERKMALE AM BEISPIEL DES EXPERIMENTS WASSERHALTEVERMÖGEN VON BÖDEN (FAKTOR KORNGRÖßE)

- 1) **Planmäßigkeit:** Beim vorliegenden Experiment werden die Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs systematisch durchlaufen. Das Experiment basiert auf Hypothesen zum Einfluss der Korngröße auf das Wasserhaltevermögen von Böden und die Durchführung erfolgt planvoll nach zuvor festgelegten Schritten.
- 2) **Kausalität:** In dem Experiment wird der Zusammenhang zwischen der Korngröße und der Menge des gespeicherten und nicht durchgelaufenen Wassers untersucht, was ein Hinweis auf das Wasserhaltevermögen gibt.
- 3) **Variation der unabhängigen Variablen:** Der zu untersuchende Einflussfaktor Korngröße wird durch drei Ansätze (grober und feiner Sand, Kies) variiert.
- 4) **Kontrolle:** Alle weiteren möglichen Einflussfaktoren werden konstant gehalten (z. B. Volumen der genutzten Gefäße, Menge des jeweiligen Materials (Kies, grober Sand, feiner Sand), Menge des Wassers). Dadurch können die Unterschiede im Ergebnis auf den Einflussfaktor Korngröße zurückgeführt werden.
- 5) **Reproduzierbarkeit:** Bei gleichem Experimentaufbau und gleicher Experimentdurchführung ergeben sich konsistente Ergebnisse.

GLOSSAR

Abhängige Variable - AV (beobachtete/gemessene Variable)	Faktor, der in einem Experiment gemessen werden soll und welcher durch die abhängige Variable (zu verändernde Variable) beeinflusst wird
Bodenerosion	Verlagerung von Bodenmaterial bspw. durch Wasser (Wasserosion) oder Wind (Winderosion)
Experiment	Ein Experiment ist eine „planmäßige, grundsätzlich wiederholbare Beobachtung unter künstlich hergestellten, möglichst veränderbaren Bedingungen“ (Regenbogen et al., 1998, S. 213). Das Ziel ist es, herauszufinden, wie dieser Faktor einen anderen Faktor (die unabhängige Variable) beeinflusst. Somit können Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge erfasst werden.
Experimentalansatz	Ein Experiment hat grundsätzlich mindestens zwei Aufbauten. Diese heißen Experimentalansatz und Kontrollansatz, wobei sich beide nur in einem Faktor (unabhängige Variable) unterscheiden. Der Experimentalansatz ist der Grundaufbau, der als Referenz für den Aufbau des Kontrollansatzes genutzt wird.
Forschungsfrage	Prägnante und klar formulierte Frage, die den Schwerpunkt bzw. Ausgangspunkt einer wissenschaftlichen Untersuchung festlegt. Sie kann mit wissenschaftlichen Methoden bearbeitet werden und hilft dabei, Gesetzmäßigkeiten zu verstehen sowie neue Erkenntnisse zu gewinnen
H0-Hypothese (Nullhypothese)	Behauptung oder Vermutung, dass zwischen zwei Faktoren bzw. Variablen kein Zusammenhang oder Effekt besteht
H1-Hypothese (Hypothese)	Behauptung oder Vermutung, dass zwischen zwei Faktoren bzw. Variablen ein Zusammenhang oder Effekt besteht
Kontrollansatz	Ein Experiment hat grundsätzlich mindestens zwei Aufbauten. Diese heißen Experimentalansatz und Kontrollansatz. Der Kontrollansatz wird also exakt so aufgebaut wie der Experimentalansatz - bis auf die Ausprägung eines Faktors. Mit einem Kontrollansatz soll gewährleistet werden, dass ein beobachtbarer Effekt in einem Experiment tatsächlich auf den veränderten Faktor (unabhängige Variable) zurückgeführt werden kann. Es kann in einem Experiment mehrere Kontrollansätze geben.
Unabhängige Variable - UV (untersuchte/veränderte Variable)	Gezielt manipulierter bzw. veränderter Faktor, dessen Wirkung auf einen Faktor (abhängige Variable) untersucht werden soll

LITERATUR

- Bäumli-Roßnagl, M.-A. (1979). *Das Experiment im Sachunterricht der Grundschule: Umweltorientiertes, wissenschaftsorientiertes, schülerorientiertes Lernen durch Experimentieren*. Prögel.
- Chmielewski, F.-M. (2009). Landwirtschaft und Klimawandel. *Geographische Rundschau*, 2009(9), 28–35.
- Don, A. & Prietz, R. (2019). *Unsere Böden entdecken–Die verborgene Vielfalt unter Feldern und Wiesen*. Springer-Verlag.
- Grupe, H. (1977). *Biologie-Didaktik*. Aulis.
- Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt, KBU (2016). *Boden als Wasserspeicher. Erhöhung und Sicherung der Infiltrationsleistung von Böden als ein Beitrag des Bodenschutzes zum vorbeugenden Hochwasserschutz*.
- Otto, K.-H. (2003). Experimentieren im Geographieunterricht. *geographie heute*, 24(208), 2–7.
- Regenbogen, A., Meyer, U., Kirchner, F., Michaelis, C., & Hoffmeister, J. (1998). *Wörterbuch der philosophischen Begriffe. Philosophische Bibliothek: Bd. 500*. Meiner.
- Rosendahl, N. (2023). *Experimentieren im GEO Lehr-Lern-Labor: Eine DBR-Studie zur Förderung der Selbstwirksamkeitserwartung von Studierenden zum naturwissenschaftlichen Arbeiten im Geographieunterricht. Geographiedidaktische Forschungen: Bd. 80*. BoD - Books on Demand.
- Schmidt, S., Stiller, C. & Wilde, M. (2019). Hilfen beim Experimentieren – Auswirkungen unterschiedlicher Arten der Unterstützung auf den extraneous Cognitive Load. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 18, 9–23.
- Schubert, J. C. (2016). Kognitiv aktivierend und eigenständig experimentieren. *Ga&S* 38(219), 24–34.
- Stahr, A. (o.J.). Wasserspeichervermögen. *Ahabc.de. Das Magazin für Boden und Garten*.
<http://www.ahabc.de/bodeneigenschaften/wasserspeichervermoegen/>
- Wienke, C., & Harnischmacher, S. (2017). Wasserspeicherkapazität von Böden. In L. Mönter, K.-H. Otto & C. Peter (Hrsg.), *Experimentelles Arbeiten: Beobachten, untersuchen, experimentieren* (S. 66–71). Westermann.

IMPRESSUM

Das Projekt GEOBOX ist ein Entwicklungsprojekt des Instituts für Didaktik der Geographie der Universität Münster (vormals Gießen). Das Ziel besteht darin, das naturwissenschaftliche Arbeiten im Geographieunterricht zu stärken.



Dazu werden nach und nach auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse naturwissenschaftliche Unterrichtskonzepte zu unterschiedlichen Themen für verschiedene Jahrgangsstufen entwickelt.

Weitere Informationen finden sich unter:

WWW.GEOBOX.ONLINE

MEDIALE GESTALTUNG
TITTELBLATT

Jakob Rompkowski
www.shutterstock.com

PROJEKTVERANTWORTLICHER

PROF. DR. RAINER MEHREN

Universität Münster
Institut für Didaktik der Geographie
Heisenbergstraße 2
D – 48149 Münster

GPS N 51° 58.157 | E 07° 35.755
www.uni-muenster.de/geographiedidaktik
Tel: +49 251 / 83 393 49

MIT FREUNDLICHER UNTERSTÜTZUNG DURCH

Klaus Tschira
Stiftung

