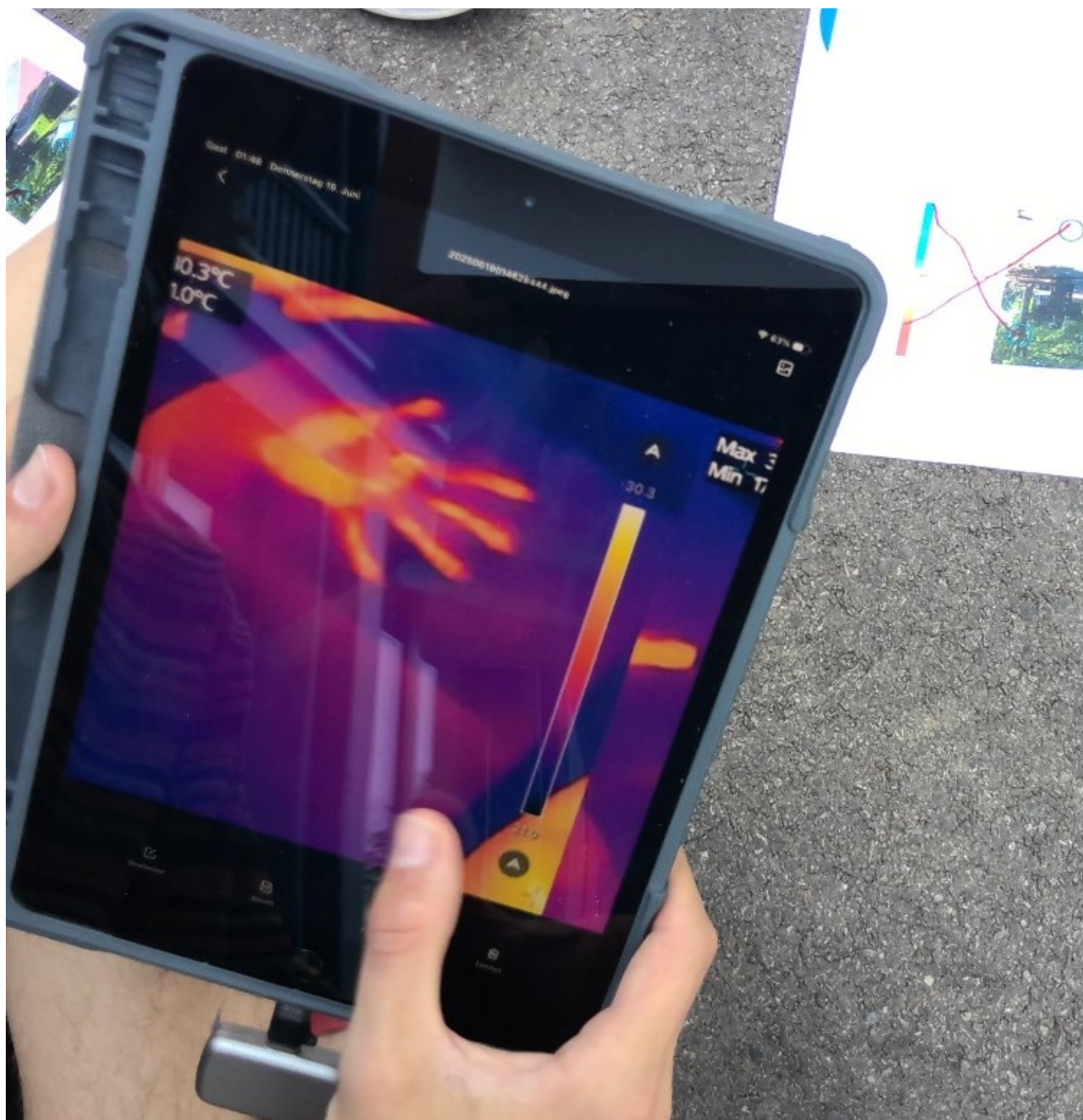


Dokumentation

zhaw

Forschungsbox Schwammstadt



Kontakt

Forschungsgruppe Grünraumentwicklung
Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Reto Hagenbuch
Grüentalstrasse 14, Postfach
8820 Wädenswil

Auftraggeber

Mobilier Versicherungsgesellschaft, Bern

Grün Schaffhausen
Rheinhardstr. 6
Postfach 1000
8201 Schaffhausen

Projektteam

Reto Hagenbuch M.Sc./M.A. Sustainable Development, dipl. Ing. Gartenbau (ZHAW, Forschungsgruppe Grünraumentwicklung)

Thomas Hofstetter M.A. Umwelt und Bildung, Umwelting. (ZHAW, Forschungsgruppe Nachhaltigkeitskommunikation und Umweltbildung)

Elia Meuwly B.Sc. Landschaftsarchitekt, cand. MSc Umwelt und Natürliche Ressourcen

August 2025

Inhalt

1	Ausgangslage	1
2	Zielgruppen und Bedürfnisse.....	1
3	Aufbau der Forschungsbox.....	1
4	Pilotanwendung Primarschule Kreuzzug.....	2
5	Ergebnisse & Erkenntnisse	3
5.1	Allgemeiner Eindruck.....	3
5.2	Rückmeldungen SuS.....	3
5.3	Rückmeldung Lehrpersonen.....	3
6	Fazit.....	6
6.1	Optimierungsmöglichkeiten	6
	Anhang.....	7

1 Ausgangslage

In Zusammenarbeit mit Lehrpersonen der Primarschule Kreuzgut Schaffhausen, Grün Schaffhausen und mit der finanziellen Unterstützung der Mobiliar Versicherungsgesellschaft hat die ZHAW die «Forschungsbox Schwammstadt» entwickelt und im Juni 2025 in einer Pilotanwendung erprobt.

Ziel war es, draussen forschendes Lernen zu ermöglichen und Kompetenzen nach Lehrplan 21 mit Fokus auf *Natur, Mensch & Gesellschaft* sowie *Bildung für Nachhaltige Entwicklung* (BNE) zu fördern (vgl. Anhang 1 Bezug Lehrplan 21 Kanton Schaffhausen).

2 Zielgruppen und Bedürfnisse

- Zyklus 1 (Kindergarten und 1./2. Primarschule): stark spielerisch, entdeckendes Lernen, Beobachtung und Nachahmung im Vordergrund
- Zyklus 2 (3.-6. Primarschule): zunehmend systematisches und reflektiertes Lernen, abstrakteres Denken, Eigenverantwortung
- Bedürfnisse der Lehrpersonen: praxisnahe, klar strukturierte und aufbereitete Themen mit Material, einfachen Arbeitsblättern und allenfalls Unterstützungspersonen für den Unterricht im Freien

3 Aufbau der Forschungsbox

Die entwickelte Forschungsbox enthält:

Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler (SuS) für beide Zyklen:

- Broschüre Arbeitsblätter Zyklus 1 (vgl. Anhang 2)
- Broschüre Arbeitsblätter Zyklus 2 (vgl. Anhang 3)

Informationen für Lehrpersonen mit Ablauf und Erläuterungen für beide Zyklen:

- Broschüre Lehrpersonenblätter Zyklus 1 (vgl. Anhang 4)
- Broschüre Lehrpersonenblätter Zyklus 2 (vgl. Anhang 5)

Notwendige Messgeräte und Materialien:



Das Lehrangebot ist auf vier Forschungsposten ausgelegt, die als Postenlauf durchgeführt werden können:

- 1) TemperaturforscherIn: Messung von gefühlter und tatsächlicher Temperatur (Hitzestress-Messgerät)
- 2) WärmeforscherIn: Untersuchung von Wärmestrahlung mittels Wärmebildkamera und Infrarot-Laser
- 3) VersickerungsforscherIn: Vergleich der Versickerungsleistung verschiedener Oberflächen (Asphalt, Rasen, Schwammstadt-Pflanzflächen)
- 4) BodenforscherIn: Untersuchung von Wasserrückhalt und Reinigungsleistung verschiedener Substrate (PET-Flaschen-Versuch)

4 Pilotanwendung Primarschule Kreuzgut

- Datum: 19./20. Juni 2025
- Teilnehmende: 7 Klassen (2.-6. Primarschulstufe); total rund 144 SuS und Klassenlehrpersonen
- Wetter: sonnig und sehr heiss
- Organisation und Ablauf:
 - Es wurden jeweils 4 Gruppen parallel geführt (vgl. Anhang 6 Verortung Posten Kreuzgut)
 - Ein Posten wurde durch die Klassenlehrperson der jeweiligen Klasse geleitet, ein Posten durch den Zivildienstleistenden des Schulhauses und die anderen beiden Posten durch Mitarbeitende der ZHAW
 - Zur Halbzeit gab es jeweils einen Postenwechsel, sodass jede:r SuS zwei Posten besuchen konnte
 - Ablauf pro Klasse (75 Min.):
 - Begrüssung und Einführung (5 Min.)
 - Postenlauf in Gruppen (60 Min.)
 - Gemeinsamer Abschluss und Reflexion (5-10 Min.)
- Abschlussmethoden:
 - Zyklus 1: Kreidefeld (3*3 Felder) mit Begriffen; SuS repetieren und reflektieren Begriffe
 - Zyklus 2: Kreidefeld und Karten, SuS schreiben kurze Sätze zu ihrem Lerngewinn.
- Fotodokumentation der Pilotanwendung (vgl. Anhang 7)

5 Ergebnisse & Erkenntnisse

5.1 Allgemeiner Eindruck

Die Stimmung war sehr gut – natürlich mit Unterschieden zwischen den einzelnen Klassen und je nach Uhrzeit. Einzelne Klassen (v.a. die Älteren) waren etwas weniger motiviert, aber am Ende arbeiteten die meisten sehr engagiert mit.

Die Posten haben sehr gut funktioniert. Auch die Arbeit in kleinen Gruppen war spannend. Die Forscherprotokolle (Arbeitsblätter) für die SuS wurden genutzt, obwohl sie für einige wohl etwas zu anspruchsvoll waren.

Bereits nach der ersten Klasse hat sich gezeigt, dass der Zeitplan mit dem Absolvieren von vier Posten während 75 Min. zu ambitioniert ist. So wurde die Anzahl der zu besuchenden Posten halbiert und jede:r SuS konnte jeweils zwei Posten besuchen. So ging der Zeitplan gut auf.

5.2 Rückmeldungen SuS

Am Ende jedes Durchgangs sollten die SuS in einer offenen Runde erläutern, was sie nun gelernt haben. Dabei entsprachen zahlreiche Rückmeldungen den definierten Lernzielen. Auch die allgemeine Beurteilung des Angebots durch die SuS wurde mittels Bewertung durch den Daumen (Daumen hoch/runter) abgefragt. Bei den allermeisten Klassen war die Rückmeldung durchgehend maximal positiv.

5.3 Rückmeldung Lehrpersonen

Die involvierten Lehrpersonen konnten auf die fünf nachstehenden Leitfragen Rückmeldungen zu den gemachten Erfahrungen geben. Fünf Lehrpersonen haben an der Evaluation teilgenommen.

1) Durchführbarkeit und Organisation

Wie bewertest du die praktische Umsetzung des Angebots bezüglich Zeitaufwand, Materialien und der Rotation zwischen den vier bzw. zwei Posten? Gab es organisatorische Herausforderungen?

Lehrperson	Beurteilung (sehr gut, gut, verbesserungsfähig)	Bemerkungen
1	sehr gut	Ich fand es sehr interessant und die Kinder waren begeistert.
2	verbesserungsfähig	Klarer kommunizieren, was von der Lehrperson am Posten erwartet wird. Und wie lange ein Wechsel dauert.
3	sehr gut	-
4	verbesserungsfähig	Die Station Versickerung war gegen Ende nicht mehr so geschickt und wenn man nichts von dem Thema weiss als Lehrkraft nicht so gut zu begleiten, ich hätte mir hier vorab ein Infoblatt gewünscht.
5	gut	Aufwand für Klassenlehrpersonen war sehr gering. Organisation hat gut geklappt.

2) Lernwirksamkeit und Verständnis

Inwiefern konnten deine Schülerinnen und Schüler durch die praktischen Untersuchungen im Schulaussenraum das Konzept der Schwammstadt verstehen und nachvollziehen?

Lehrperson	Beurteilung (sehr gut, gut, verbesserungsfähig)	Bemerkungen
1	gut	Theorie und Umsetzung zusammen war super, so bleibt es im Kopf
2	gut	-
3	gut	-
4	-	-
5	gut	Die handelnden Aktivitäten blieben bestimmt nachhaltig in Erinnerung. Die Themen Versickerung und Rückhaltebecken waren sehr anschaulich und gut nachvollziehbar. Bei der gefühlten Temperatur und der Wärmebildkamera musste ein gewisses Mass an abstraktem Denken vorhanden sein. Ab 3.Klasse aber bestimmt auch gut nachvollziehbar.

3) Engagement und Motivation

Wie schätzt du das Interesse und die Beteiligung deiner Klasse während der verschiedenen Posten ein?
Welche Aktivitäten/Posten kamen besonders gut an?

Lehrperson	Beurteilung (sehr gut, gut, verbesserungsfähig)	Bemerkungen
1	sehr gut	Wasser – wie es versickert oder eben auch nicht – war spannend und natürlich, dass auch der Rasensprenger noch lief ;-)
2	gut	-
3	gut	-
4	verbesserungsfähig	-
5	gut	Handelnde Aktivitäten motivieren sehr, Dinge beobachten ist für jüngere Kinder oft etwas schwieriger. Die Motivation blieb aber auch dank der eher kurzen Zeit hoch.

4) Qualität der Forschungsprotokolle

Waren die Forschungsprotokolle für deine Schulstufe angemessen gestaltet? Konnten die Schülerinnen und Schüler diese selbstständig ausfüllen und dabei sinnvolle Erkenntnisse dokumentieren?

Lehrperson	Beurteilung (sehr gut, gut, verbesserungsfähig)	Bemerkungen
1	gut	Ich fand es altersgerecht, für 2. Klässler verständlich
2	verbesserungsfähig	Kids sind nicht motiviert genug, etwas auszufüllen. Für eine genaue Bearbeitung hätte es deutlich mehr Zeit gebraucht.
3	sehr gut	-
4	-	eigentlich hat niemand gross Protokoll geführt, da es nicht weiter relevant war
5	gut	Die Protokolle waren gut verständlich und nicht „Text- überladen“.

5) Weiterempfehlung und Verbesserungsvorschläge

Würdest du das Angebot anderen Lehrpersonen weiterempfehlen? Welche konkreten Anpassungen oder Ergänzungen würdest du für eine Optimierung des Angebots vorschlagen?

Lehrperson	Beurteilung (sehr gut, gut, verbesserungsfähig)	Bemerkungen
1	sehr gut	eine tolle Sache, vielen Dank nochmal an alle Organisatoren
2	verbesserungsfähig	Grade der Versickerungsposten ist teilweise sehr langweilig, da nichts passiert
3	sehr gut	-
4	-	-
5	gut	Schade, hat es zeitlich nicht immer für alle Posten gereicht. Für ein vertieftes Verständnis müsste das Thema später im Unterricht nochmals aufgegriffen werden.

6 Fazit

Die Forschungsbox ist ein wirksames Instrument, um Kindern naturwissenschaftliche und nachhaltigkeitsbezogene Themen im Allgemeinen und im Speziellen zum Thema Schwammstadt nahe zu bringen. Sie ermöglicht kompetenzorientiertes, forschendes Lernen in der direkten Umwelt und fördert gleichzeitig ein Bewusstsein für nachhaltige Entwicklung.

6.1 Optimierungsmöglichkeiten

Basierend auf der Pilotanwendung in der Primarschule Kreuzgut ergeben sich für die Weiterentwicklung der Forschungsbox folgende Punkte:

- Mehr Zeit für das Briefing zum Posten der Lehrperson nehmen
- Genügend Zeit für das Aufstellen der Posten berücksichtigen
- Nur zwei statt vier Posten für die 75 Min. vorsehen oder einzelne Posten unabhängig voneinander durchführen; die SuS könnten dafür den anderen Gruppen genauer erläutern, was sie erforscht und herausgefunden haben
- Verstärkt Bezüge zwischen den Posten herstellen/sich dafür Zeit nehmen (roter Faden)
- Am Schluss mehr Zeit nehmen, um Konklusion zu ziehen und das Thema Schwammstadt nochmals in den Mittelpunkt zu stellen – am besten mit einer übersichtlichen Grafik (v.a. für Zyklus 2); z.B. «Wie sieht eine Stadt aus, wo alles 'zubetoniert' ist?» oder «Wie sieht eine Schwammstadt aus?»
- Arbeitsblätter so anpassen, dass es eine zusammenhängende Broschüre ist (Namen nur 1x aufschreiben)
- Einzelne Punkte auf den Forschungsblättern sollten vereinfacht/intuitiver werden
- Metallzylinder für den Versickerungsversuch sind sehr schwer und damit unhandlich; es würde wohl auch PVC-Rohre genügen

Anhang

- 1) Bezug Lehrplan 21 Kanton Schaffhausen
- 2) Broschüre Arbeitsblätter Zyklus 1
- 3) Broschüre Arbeitsblätter Zyklus 2
- 4) Broschüre Lehrpersonenblätter Zyklus 1
- 5) Broschüre Lehrpersonenblätter Zyklus 2
- 6) Verortung Posten Kreuzgut
- 7) Fotodokumentation Pilotanwendung

Anhang 1) Bezug Lehrplan 21 Kanton Schaffhausen

Das Thema Schwammstadt lässt sich gut im Unterricht aufnehmen und korrespondiert bestens mit dem Lehrplan 21. Hier ein paar Bezüge:

NMG 2.2: Bedeutung von Sonne, Luft, Wasser, Boden und Steinen für Lebewesen erkennen, darüber nachdenken und Zusammenhänge erklären

- Die Schülerinnen und Schüler (SuS) können Vermutungen anstellen und erkennen, welche Bedeutung Sonne/Licht, Luft, Wasser, Boden, Steine für Pflanzen, Tiere und Menschen haben und was sie zum Leben brauchen. (b)
- Die SuS können Einflüsse von Sonne/Licht, Luft, Wärme, Wasser, Boden auf das Wachstum und die Lebensweise von Pflanzen und Tieren untersuchen, Beobachtungen über längere Zeit vornehmen, Ergebnisse festhalten und darstellen. (e)
- Die SuS können verschiedene Phänomene und Merkmale zu Sonne/Licht, Luft, Wärme, Wasser, Boden, Gesteine in Beziehung stellen und strukturieren sowie Erkenntnisse daraus erklären und einordnen.

NMG 2.6: Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über nachhaltige Entwicklung nachdenken

- Die SuS können zu Einflüssen des Menschen auf die Natur mögliche Folgen abschätzen, Erkenntnisse dazu ordnen und über eigene Verhaltens- und Handlungsweisen nachdenken. (h)

NMG 3.3: Stoffe und ihre Eigenschaften untersuchen

- Die SuS können mit Objekten und Stoffen laborieren und ihre Erkenntnisse festhalten (z.B. Verhalten gegenüber Magnet, Verhalten im Wasser: schwimmen, sinken; Wärmeleitfähigkeit, elektrische Leitfähigkeit). (d)
- Die SuS können Informationen zu Stoffen erschliessen (z.B. durch eigene Untersuchungen, mithilfe von Medien) und können die Ergebnisse dokumentieren (z.B. Steckbriefe zu Stoffen: Farbe, Glanz, Härte, Verformungen, Grösse, Leitfähigkeit, Temperatur, Aggregatzustand). (e)

NMG 4.4: Wetterphänomene und Naturereignisse beobachten und erklären

- Die SuS können Beobachtungen, Messungen und Versuche zu Wetterelementen durchführen, Ergebnisse ordnen, Messergebnisse in Diagrammen darstellen sowie Sachverhalte dazu festhalten und kommentieren. (1e)

Allgemeiner Kompetenzerwerb

- Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (Messen, Protokollieren, Auswerten)
 - Verständnis für Wasserkreislauf und Klimaanpassung
 - Handlungsorientierte Problemlösung
-

Anhang 2) Broschüre Arbeitsblätter Zyklus 1



BodenforscherIn

Wer ist heute am forschen?

ForscherIn _____

ForscherIn _____

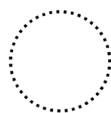
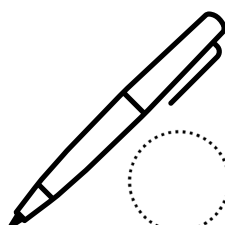
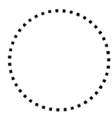
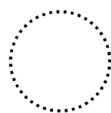
ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

Was brauche ich heute zum Forschen?

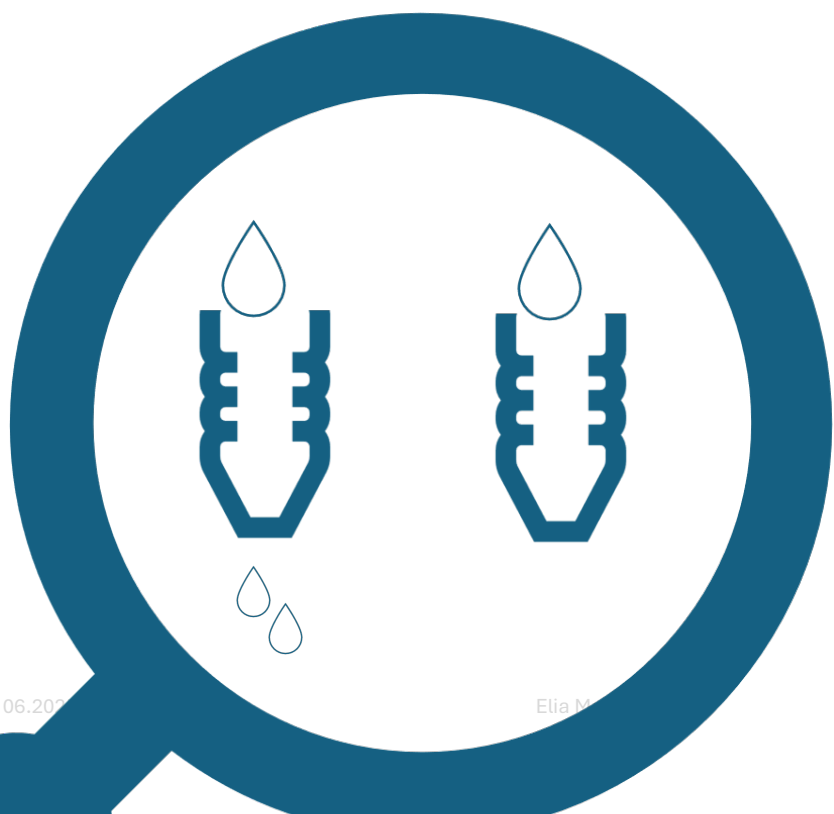
Forschungsmaterial Checkliste



Zeit



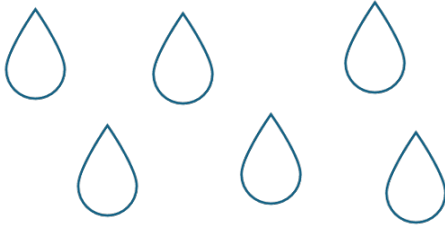
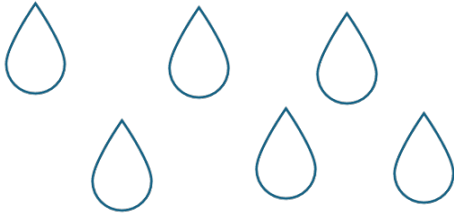
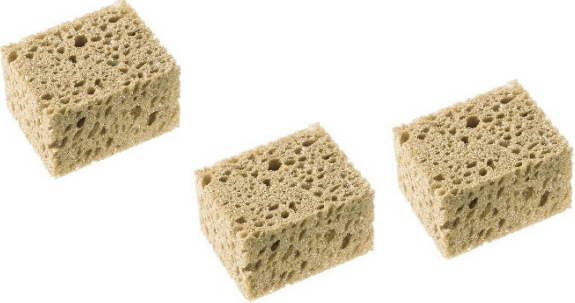
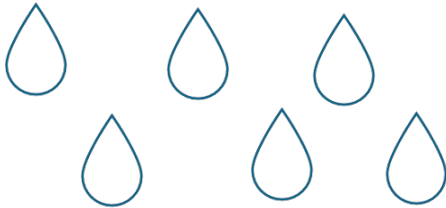
Was erforschen wir heute genau?





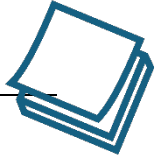
Messblatt

Wie lange braucht das Wasser, bis nichts mehr an der Oberfläche sichtbar ist und wie viel kommt überhaupt heraus?

Füllmaterial/ PET-Flasche	Zeit	Wassermenge am Schluss	Bemerkungen
			
			
			

Bemerkung: Wassermenge in Anzahl ausgemalten Wassertropfen (alle, wenn kein Wasser zurückgehalten wurde) Wir verwenden 0.5 l Wasser.

Wieso fliesst das Wasser beim Kies so schnell?





TemperaturforscherIn

Wer ist heute am forschen?

ForscherIn _____

ForscherIn _____

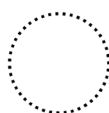
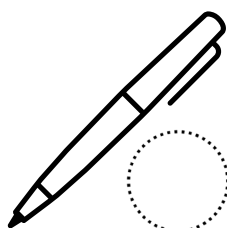
ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

Was brauche ich heute zum Forschen?

Forschungsmaterial Checkliste

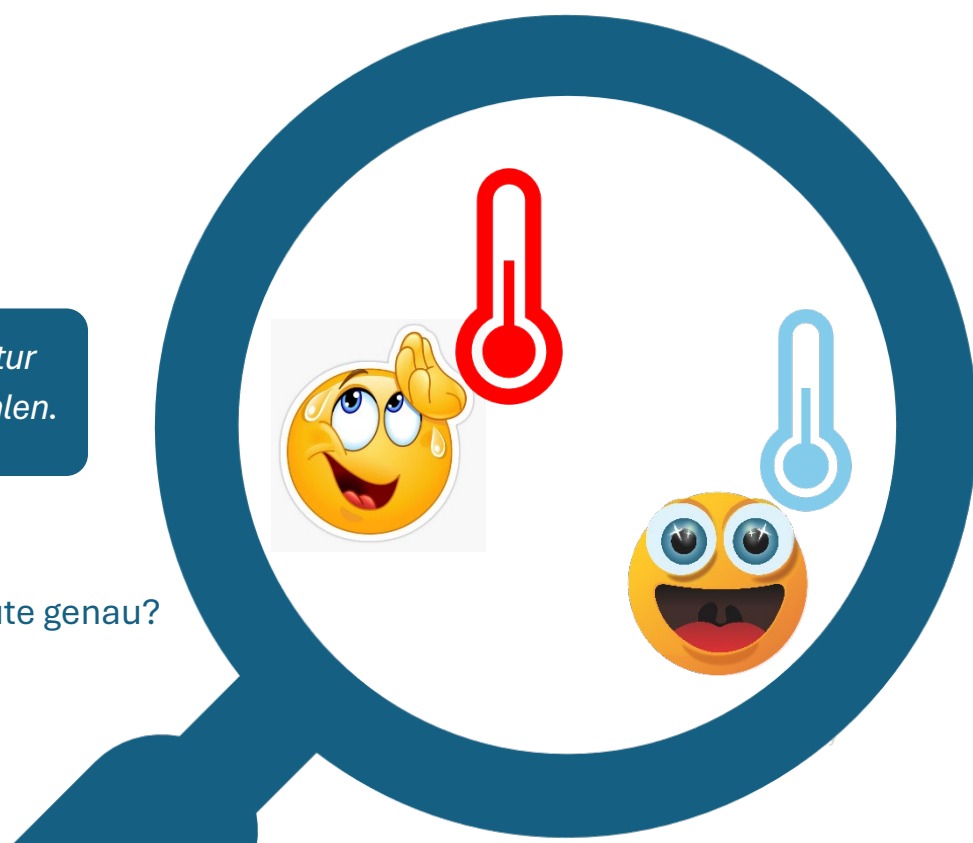


Zeit



*Wir messen die Temperatur
und versuchen, sie zu fühlen.*

Was erforschen wir heute genau?





Messblatt

Gemessen

WBGT-Messwert	Gemessen	Risikostufen
<18 °C		Niedriges Risiko
18 – 23 °C		Moderat, steigt im Verlauf des Tages
24 - 28 °C		Hoch, Mögliche Schädigungen
>28 °C		Gefährlich, Warten bis Bedingungen verbessert haben



Gefühlt



Gemessen

WBGT-Messwert	Gemessen	Risikostufen
<18 °C		Niedriges Risiko
18 – 23 °C		Moderat, steigt im Verlauf des Tages
24 - 28 °C		Hoch, Mögliche Schädigungen
>28 °C		Gefährlich, Warten bis Bedingungen verbessert haben



Gefühlt





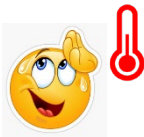
Messblatt

Gemessen

WBGT-Messwert	Gemessen	Risikostufen
<18 °C		Niedriges Risiko
18 – 23 °C		Moderat, steigt im Verlauf des Tages
24 - 28 °C		Hoch, Mögliche Schädigungen
>28 °C		Gefährlich, Warten bis Bedingungen verbessert haben



Gefühlt

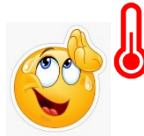


Gemessen

WBGT-Messwert	Gemessen	Risikostufen
<18 °C		Niedriges Risiko
18 – 23 °C		Moderat, steigt im Verlauf des Tages
24 - 28 °C		Hoch, Mögliche Schädigungen
>28 °C		Gefährlich, Warten bis Bedingungen verbessert haben



Gefühlt





VersickerungsforscherIn

Wer ist heute am forschen?

ForscherIn _____

ForscherIn _____

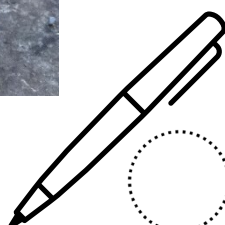
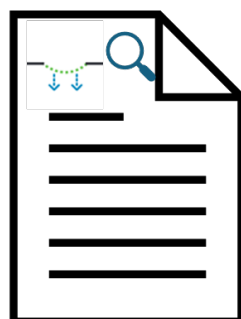
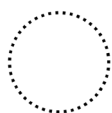
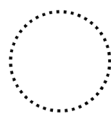
ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

Was brauche ich heute zum Forschen?

Forschungsmaterial Checkliste



Zeit



Was erforschen wir heute genau?





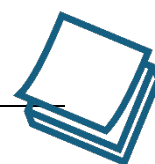
Messblatt

Wie lange braucht das Wasser bis es versickert.

Ort	Zeit
	
	
	

Bemerkung: Wassermenge = 3 Liter, 1 Messbecher

Warum könnte das so sein?





WärmeforscherIn

Wer ist heute am forschen?

ForscherIn _____

ForscherIn _____

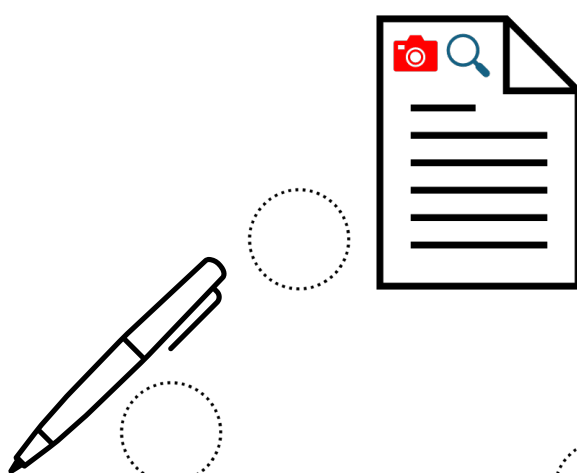
ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

Was brauche ich heute zum Forschen?

Forschungsmaterial Checkliste

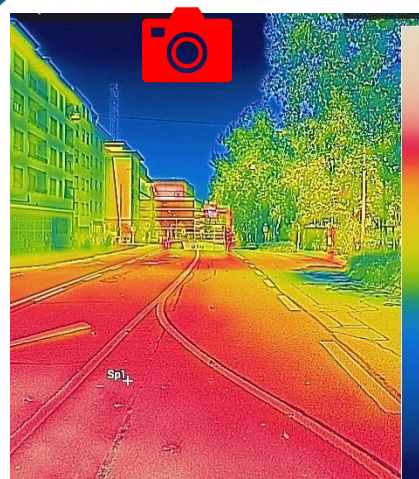


Zeit



*Wir machen unsichtbare
Wärme(strahlung) sichtbar.*

Was erforschen wir heute genau?

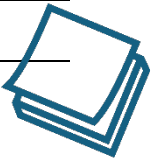


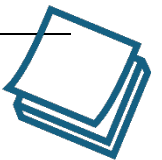


Messblatt

Verbinde die Punkte mit der Linie auf der Skala.







Messblatt

Verbinde die Punkte mit der Linie auf der Skala.



Anhang 3) Broschüre Arbeitsblätter Zyklus 2



BodenforscherIn

Name des Forscherteams

ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

Forschungsmaterial Checkliste

- Stoppuhr
- Unterschiedlich gefüllte PET-Flasche
- 0.5 Liter Wasser
- 2x Messbecher
- Arbeitsblatt
- Klemmbrett und Schreibmaterial

Zeit

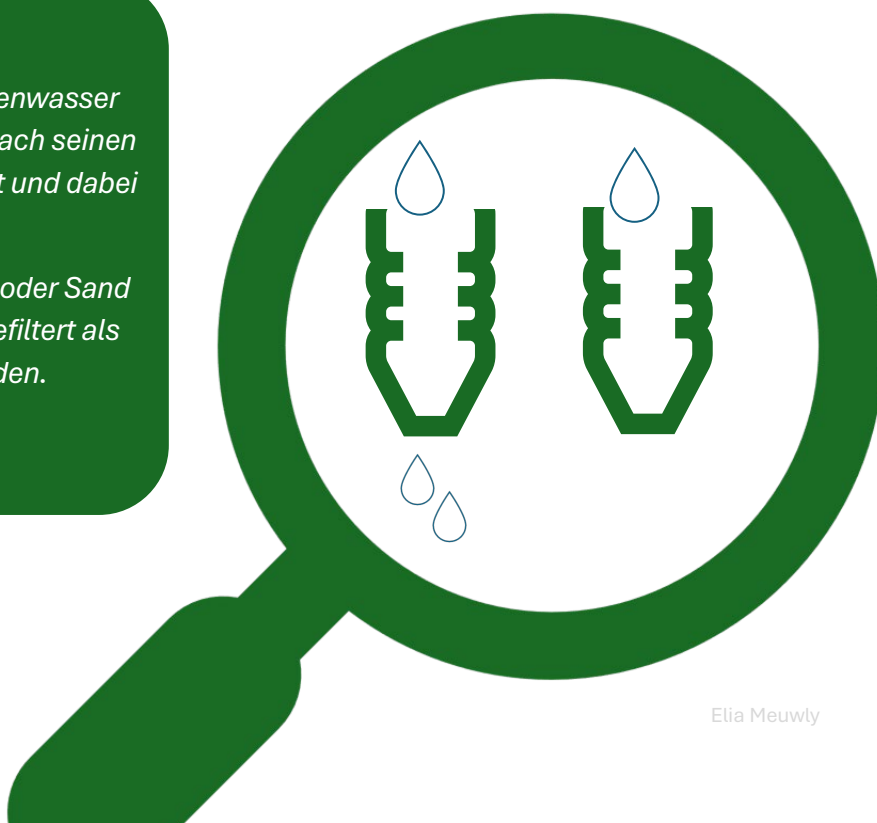


Heute schauen wir uns Versickerung etwas genauer an.

Wo versickert das Wasser schnell und wo ganz langsam?

Versickerung ist, wenn Regenwasser auf den Boden fällt, sich danach seinen Weg in den Untergrund sucht und dabei gereinigt wird.

Bei Füllmaterialien wie Kies oder Sand wird das Wasser weniger gefiltert als bei bewachsenen Böden.



Messblatt

Wie lange braucht das Wasser, bis nichts mehr an der Oberfläche sichtbar ist und wie viel kommt überhaupt heraus?

Füllmaterial	Zeit	Wassermenge, Am Schluss	Bemerkungen
Steiniger Boden: Kies, Splitt			
Staudensubstrat: Splitt, Rund Sand, Landerde, Kompost			
Schwamm			

Bemerkung: Die Zeit wird gestoppt, sobald kein sichtbares Oberflächenwasser mehr vorhanden ist.

In welcher Flasche fließt das Wasser am langsamsten durch und warum?

Welche Flasche hat die beste Reinigungsleistung und warum?

Mit welchem Füllmaterial wachsen Pflanzen am besten?

An welcher Stelle auf dem Schulgelände ist der Boden am trockensten?



TemperaturforscherIn

Name des Forscherteams

ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

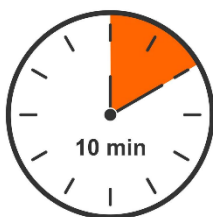
ForscherIn _____

ForscherIn _____

Forschungsmaterial Checkliste

- Exttech Temperaturmessgerät, Hitzestress (relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur)
- Arbeitsblatt
- Klemmbrett und Schreibmaterial

Zeit

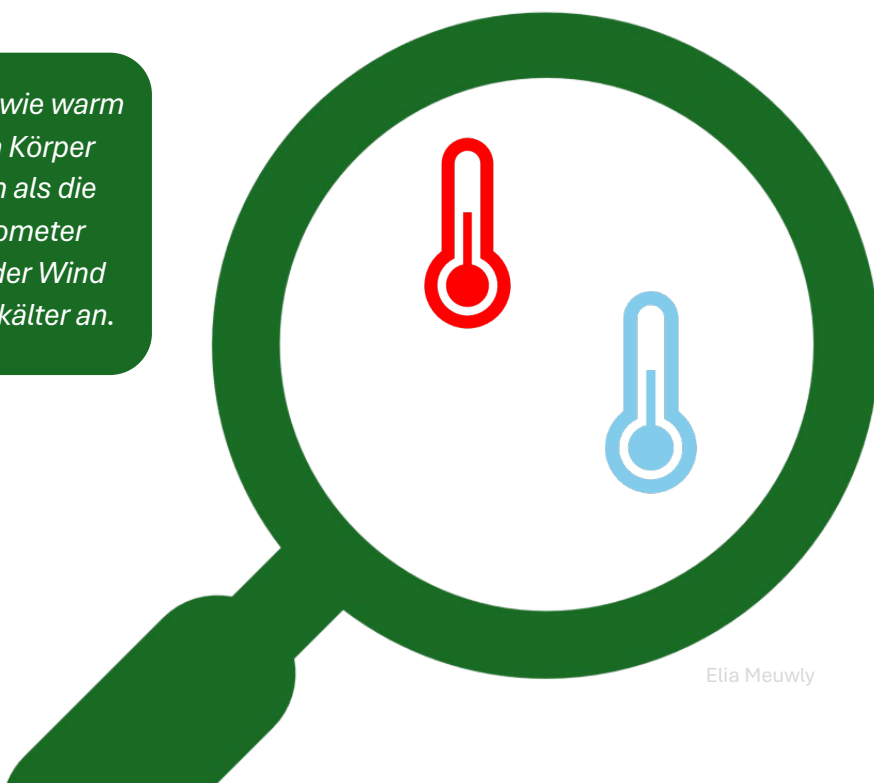


Heute schauen wir uns die gefühlte Temperatur etwas genauer an.

Wo finden wir Coolspots?

Wo finden wir Hotspots?

Die gefühlte Temperatur zeigt, wie warm oder kalt es sich für unseren Körper anfühlt. Sie kann anders sein als die Temperatur, die das Thermometer anzeigt. Wenn zum Beispiel der Wind stark bläst, fühlt sich die Luft kälter an.

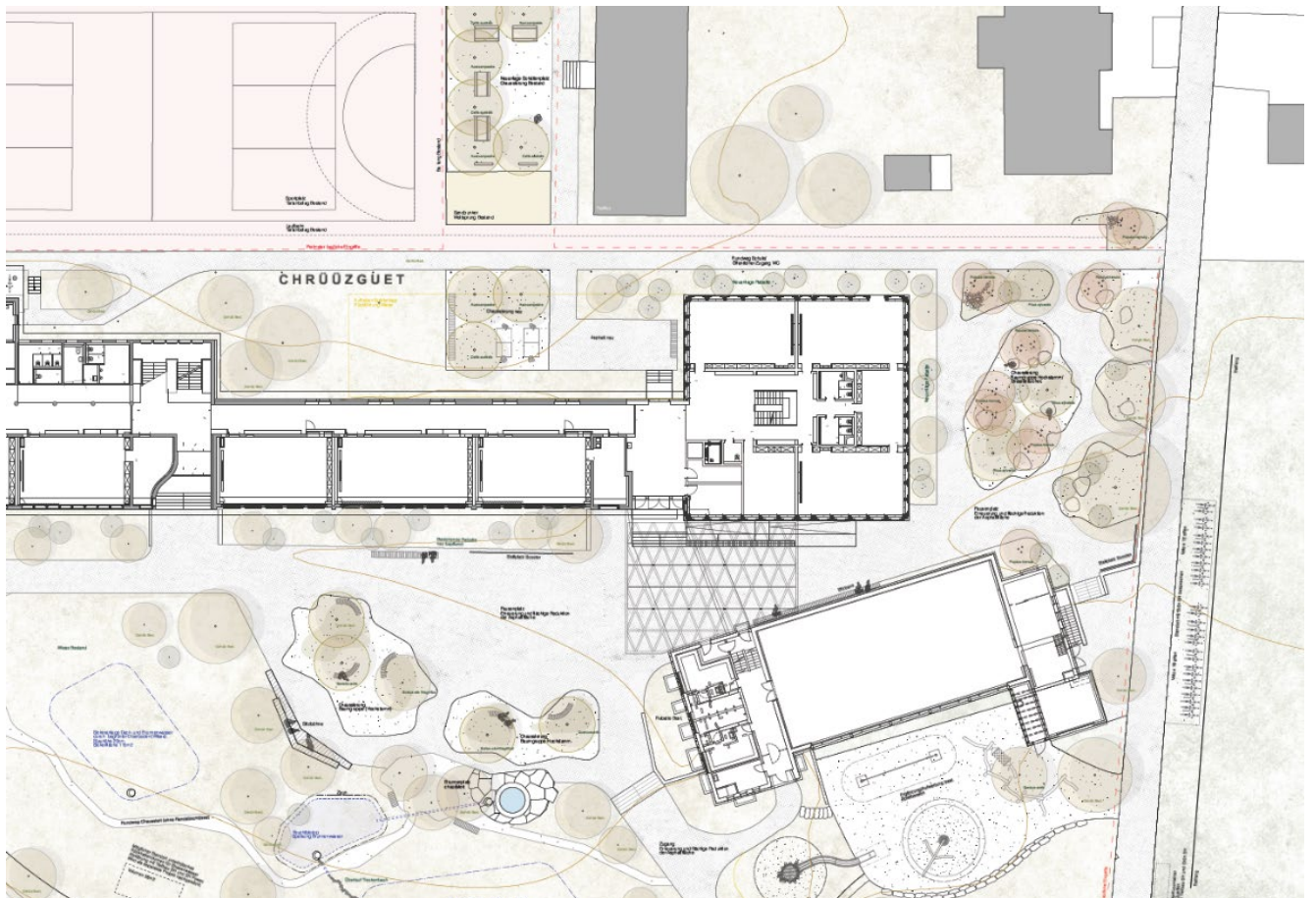


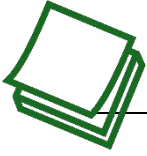
Unsere Forschungsaufgaben für heute

In die Forschungstabelle kannst du alle erhobenen Daten eintragen

Ort	TA Temperatur	TG Sonneneinstrahlung	% Luftfeuchtigkeit	WBGT	Bemerkungen
Musterplatz	25.5	23.4	56.6	20.8	Schatten, kein Wind,

Finde den heissesten und den kühlfsten Punkt auf dem Schulhausgelände und markiert sie auf der Karte. Finde Gründe, wieso es dort kühl oder heiss sein könnte.





Forschungsfrage extra

Warum könnte es auf dem Rasen angenehmer sein als auf dem Pausenplatz? Stimmt der WBGT-Wert mit meinem Verständnis der gefühlten Temperatur überein.



VersickerungsforscherIn

Name des Forscherteams

ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

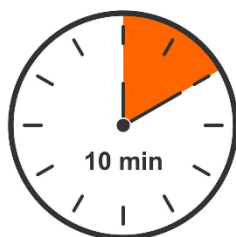
ForscherIn _____

ForscherIn _____

Forschungsmaterial Checkliste

- Stoppuhr
- Versickerungsring abgedichtet mit Ton, 5 – 10 cm im Boden
- 3 Liter Wasser mit Messbecher
- Arbeitsblatt
- Klemmbrett und Schreibmaterial

Zeit



Heute schauen wir uns Versickerung etwas genauer an.

Wo versickert das Wasser schnell und wo ganz langsam?

Versickerung ist, wenn Regenwasser auf den Boden fällt, sich danach seinen Weg in den Untergrund sucht und dabei gereinigt wird.

Bei Flächen wie Asphalt fließt das Wasser nur bedingt in den Untergrund. Nur durch unversiegelte Flächen kann das Wasser in den Boden gelangen, für Pflanzen verfügbar sein und das Grundwasser speisen.



Messblatt

Wie lange braucht das Wasser bis es versickert.

Ort	Zeit
Rasenfläche	
Stauden/ Pflanzfläche	
Asphalt/ Pflastersteinfläche	

Bemerkung: Wassermenge = 3 Liter, 1 Messbecher

Warum versickert Wasser auf gewissen Flächen schneller als auf anderen?



WärmeforscherIn

Name des Forscherteams

ForscherIn _____

ForscherIn _____

ForscherIn _____

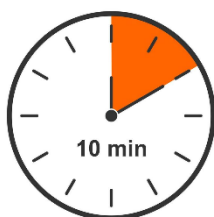
ForscherIn _____

ForscherIn _____

Forschungsmaterial Checkliste

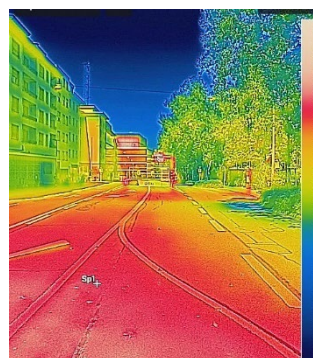
- Wärmebildkamera oder Infrarotlaser- Oberflächentemperatur Messgerät
- Arbeitsblatt
- Klemmbrett und Schreibmaterial

Zeit



Heute schauen wir uns Oberflächentemperatur etwas genauer an.
Welche Oberflächen werden heiss, welche bleiben eher kühl?

Die Oberflächentemperatur ist die Temperatur direkt auf einer Fläche. Sie kann sich stark von der Lufttemperatur unterscheiden und hängt von Sonneneinstrahlung, Wind und Material ab. Flächen wie Asphalt werden meist viel wärmer als grüne Flächen.



Unsere Forschungsaufgaben für heute

In die Forschungstabelle kannst du alle erhobenen Daten eintragen

Material	Oberflächentemperatur	Bemerkung
Pollerleuchte	35.5	Dunkelgrau, Sonne

Bemerkung: finde jeweils das Material einmal im Schatten und einmal in der Sonne, wenn möglich.

Forschungsfragen

Welche Materialien werden in der Sonne am heissesten? Welche Farbe und Oberfläche hat das Material.

Wie stark unterscheiden sich die Oberflächentemperaturen in der Sonne und im Schatten bei verschiedenen Materialien?

Anhang 4) Broschüre Lehrpersonenblätter Zyklus 1

BodenforscherIn – Zyklus 1

Material für den Versuch:

- BodenforscherIn, Zyklus 1 (Blau) - Arbeitsblatt
- Stoppuhr
- PET-Flasche:
 - o Kies, Sand etc.
 - o Schwammstadtsubstrat
 - o Schwämme (Könnte Moorboden oder Waldboden repräsentieren)
- 0.5 Liter Wasser
- 2x Messbecher (einer mit Wasser einer zum Auffangen)
- Klemmbrett und Schreibmaterial je Gruppe

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthaft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **BodenforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

2. Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Sonne, Luft, Wasser, Boden und Steinen für Lebewesen erkennen, darüber nachdenken und Zusammenhänge erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben den Boden als einen Bereich, der sonst schwer fassbar ist, da er unsichtbar unter unseren Füssen liegt, verborgen unter Pflanzen oder Belägen. Der Sauerstoff- und Wasserhaushalt im Boden unterscheidet sich deutlich vom offenen Luftraum über dem Boden. Mit diesem Versuch untersuchen die SuS, welche Faktoren den Boden lebendig machen und ihm seine vielfältigen Funktionen verleihen. Der Boden beherbergt zahlreiche Lebewesen, die Gänge graben und organisches Material zersetzen. Sie tragen wesentlich dazu bei, den Luft- und Wasserhaushalt im Boden zu regulieren.

Steine schaffen Strukturen, machen den Boden tragfähig und sind Teil der natürlichen Filterfunktion des Bodens. Die Versickerung von Wasser und die dabei entstehende Reinigung, bevor es ins Grundwasser gelangt, hängt von all diesen Faktoren (und weiteren) ab.

6. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie unterschiedliche Substrate/ Füllmaterialien Wasser versickern, zurückhalten oder sogar reinigen können. Natürliche Böden können sehr verschieden aufgebaut sein. Von Menschen beeinflusste oder konstruierte Böden sind, sofern sie nicht gezielt mit dem Ziel der Wasserrückhaltung oder Reinigung gestaltet wurden, häufig nicht dafür geeignet. Sie verstehen, dass menschliches Handeln die Versickerung, Reinigung und Rückhaltung von Wasser im Boden und in verschiedenen Substraten direkt beeinflusst. Eine naturnahe Gestaltung leistet wichtigen Beitrag zur Versickerung, zum Grundwasserschutz und zur Wasserrückhaltung in Trockenperioden. Dies trägt wesentlich zu einer nachhaltigen Entwicklung unserer zukünftigen Siedlungsräume bei.

4 | Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS verstehen, dass Naturereignisse wie Überschwemmungen durch fehlende Versickerungsmöglichkeiten verstärkt oder in Siedlungen verheerender ausfallen können. Sie erkennen, dass Trockenperioden ohne Regen eine Ausnahmesituation für Pflanzen darstellen. Dabei sind Substrate oder Böden mit hoher Wasserspeicherfähigkeit für Pflanzen von grosser Bedeutung. Diese gespeicherten Wassermengen ermöglichen nicht nur das Überleben der Pflanzen, sondern leisten auch einen Beitrag zur Kühlung der Umgebung, wobei all dies vom verfügbaren Wasser für die Pflanzen abhängt. Durch naturnahe Versickerung, gezielte Wasserrückhaltung und Speicherung im Boden können Hitzeperioden besser überbrückt werden, die sich aufgrund der Klimakrise künftig verstärkt zeigen werden.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die SuS erleben und messen, wie verschiedene Substrate/ Böden unterschiedlich Wasser infiltrieren und zurückhalten können. Sie verstehen, dass es nicht nur um eine möglichst schnelle Versickerung geht, sondern auch um die Rückhaltung (Speicherung) von Wasser im Boden, damit es für Pflanzen verfügbar bleibt, sowie um die Reinigung des Wassers, bevor es in unser Grundwasser gelangt.

Damit Pflanzen unsere Umgebung kühlen oder Schatten spenden können, müssen sie für die künftig häufiger auftretenden Hitzeperioden gewappnet sein. Dafür brauchen sie ausreichend Bodenvolumen und genügend verfügbares Wasser. Dieses Verständnis sollen die Kinder durch den Versuch prüfen können.

Sie entwickeln ein Bewusstsein für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden, einem System, das nicht isoliert betrachtet werden kann, da viele andere Lebewesen davon abhängen, ebenso wie wir Menschen. Wenn wir in Zukunft schattige und angenehme Aufenthaltsbereiche schaffen und erhalten möchten, müssen wir uns bereits heute dafür engagieren und diese Entwicklung aktiv fördern.

Lernziele für den Posten VersickerungsforscherIn

- Die SuS können erläutern, weshalb einige Substrate eine grössere Wasserrückhaltung besitzen als andere.
- Die SuS können die Folgen einer zu schnellen Versickerung und fehlenden Wasserrückhaltung für Pflanzen beschreiben.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die Versickerungsleistung und Wasserrückhaltung verschiedener Substrate/ Böden. Dabei werden 0.5 Liter Wasser in eine PET-Flasche gefüllt, und die Stoppuhr wird gestartet, sobald das gesamte Wasser in der Flasche ist. Gestoppt wird, sobald kein sichtbares Oberflächenwasser mehr vorhanden ist. Damit wird die Zeit gemessen, die das Wasser benötigt, um ins Substrat zu infiltrieren.

Eine SuS hält während der gesamten Zeit einen Messbecher unter die PET-Flasche und wartet, bis kein Wasser mehr austritt. Anschliessend wird gemessen, wie viel Wasser ausgetreten ist und somit auch viel vom Substrat zurückgehalten wurde. Es können auch Erläuterungen zur Reinigungsleistung gemacht werden, wobei diese im Versuch schwieriger sichtbar zu machen sind.

Die gemessenen Zeiten und Wassermengen werden im Messblatt festgehalten und miteinander verglichen. Die Forschungsfrage wird am Schluss, wenn alle Resultate vorliegen, gemeinsam besprochen und beantwortet.

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten BodenforscherIn, Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	
4 min.	Einführung in den Versuch: Regeln erkläre, Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Lehrerdemonstration	Messgerät
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt BodenforscherIn 2 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus1
8 min.	Versuche jeweils alle zusammen durchführen (1 SuS hält PET-Flasche 1 SuS stoppt Zeit, 1 SuS füllt 0.5 l Wasser hinein 1 SuS hält unterhalb Messbecher, 1 SuS beobachtet) Lehrperson führt aktiv, denn Versuch kontrolliert die Zeit gestoppt wird	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson	Messgerät, Arbeitsblatt Zyklus 1, Stift, Klemmbrett
2 min.	Gemeinsame Auswertung und Besprechung: Besprechung der Ergebnisse, Nachdenken über Versickerung und Rückhaltung, Nachfragen wieso Gründe dafür, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 1

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Versickerung

Versickerung ist der Prozess, bei dem Wasser (oft Regenwasser) von der Bodenoberfläche in den Boden eindringt. Es kann dort gespeichert, weitergeleitet oder gefiltert werden.

Faktoren die die Versickerung beeinflussen

- Bodenart: Sand versickert am schnellsten, Toniger Boden hält Wasser zurück
- Bodengefüge: Verdichteter Boden versickert schlecht. Ein Gesunder Boden mit einem Guten Luft und Wasserhaushalt und intaktem Porengefüge versickert gut.
- Bodenfeuchte: Ein trockener Boden kann zunächst Wasser schneller aufnehmen, da ein hoher Saugspannungsunterschied besteht. Ist der Boden jedoch ausgetrocknet, kann die Aufnahmefähigkeit anfangs stark vermindert sein, etwa durch wasserabweisende (hydrophobe) Bodenoberflächen.
- Vegetation: Wurzeln verbessern Versickerung
- Hangneigung: Gefälle fördert Oberflächenabfluss und mindert die lokale Infiltrierung in den Boden

Faktoren die Wasserrückhaltung und Speicherung beeinflussen

Ähnliche Faktoren wie bei der Versickerung: Zuerst muss das Wasser überhaupt in den Boden infiltrieren können.

Bodenart/ Korngrösse: Tonige Böden speichern viel Wasser, da sie feine Poren und eine grosse Oberfläche haben. Sandige Böden lassen Wasser schnell versickern, speichern aber wenig, da sie grobe Poren haben.

Bodenbedeckung: Bewuchs (Pflanzen, Mulch) schützt den Boden vor Austrocknung und Erosion. Unbedeckte Böden verlieren mehr Wasser durch Verdunstung.

Bodenlebewesen: Regenwürmer und andere Bodenlebewesen fördern die Durchlüftung und Wasserspeicherung, indem sie Gänge graben. Mikroorganismen tragen zum Humusaufbau bei was zu besseres Wasserspeichervermögen führt.

Versickerungsleistung

Mit dem PET-Flaschen-Versuch wurden verschiedene Substrate miteinander verglichen. Dabei wurde sowohl die Infiltrationszeit gemessen als auch die Wasserrückhaltung erfasst. So konnten Unterschiede in der Speicherfähigkeit und Durchlässigkeit der Substrate sichtbar gemacht werden.

Bedeutung und Wichtigkeit von Versickerung, Wasserrückhaltung und Speicherung

- Grundwasserneubildung
- Reinigung von Regenwasser oder Oberflächenwasser (natürlicher Filter)
- Schutz vor Überflutung & Erosion, je mehr lokal/dezentral versickert
- Wasser steht den pflanzen potenziell zur Verfügung
- Wenn der Boden eine hohe Wasserspeicherfähigkeit aufweist, kann Wasser bei Überfluss gespeichert und bei Trockenheit wieder genutzt werden (Idealzustand).
- Bei Starkregen kann Wasser nicht nur schnell versickern, sondern auch im Boden zurückgehalten und über längere Zeit langsam abgegeben werden. Dies ermöglicht eine regelmässige Grundwasserneubildung.

Typische Probleme für die Versickerung

Boden zu verdichtet, Wasser staut sich und kann nicht versickern

Oberflächenabfluss bei versiegelten Flächen

Tonige Schichten können Wasser stauen

Baumassnahmen oder Verdichtungen durch schwere Maschinen verändern Bodenstruktur negativ

So wird der natürliche Wasserkreislauf, auch in der Siedlung, so gut wie möglich wieder geschlossen. Ein naturnaher Wasserkreislauf in urbanen Bereichen hilft, Überschwemmungen zu reduzieren, Grundwasser anzureichern und die Wasserqualität zu verbessern.

TemperaturforscherIn – Zyklus 1

Material für den Versuch:

- TemperaturforscherIn, Zyklus 1 (Blau) - Arbeitsblatt
- Klemmbrett je Gruppe
- Stifte je Gruppe
- Extech-Temperaturmessgerät, Hitzestress (relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur)

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **TemperaturforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

6. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie sich Temperatur je nach Umgebung unterschiedlich anfühlen kann. Sie entdecken, dass stark verbaute und vom Menschen geprägte Orte oft deutlich wärmer sind als naturnahe Bereiche. So wird ihnen bewusst, wie menschliches Handeln das Mikroklima beeinflussen kann und weshalb eine naturnahe Gestaltung von Umgebungen auch zur Klimaanpassung beiträgt.

3 | *Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen*

2. Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Energie und Energieumwandlungen im Alltag erkennen, beschreiben und reflektiert handeln.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erkennen, dass die Sonne Infrarotstrahlung aussendet, die wir als Wärme wahrnehmen. Sie beobachten, wie sich verschiedene Materialien oder Orte unter Sonnenenergie unterschiedlich stark aufheizen, zum Beispiel Asphalt im Vergleich zu Rasen. Sie erfahren, dass sich Sonnenenergie in Wärme umwandelt, was z. B. zur Verdunstung von Wasser führt, und dass Schatten vor dieser Energie schützt. So entwickeln sie ein erstes Verständnis von Energieumwandlung und deren Wirkung auf ihre Umwelt.

4 | *Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären*

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS lernen, dass Hitzetage oder Hitzeperioden unser Wohlbefinden stark beeinflussen und Schatten oder kühlere Orte bei hohen Temperaturen besonders wichtig sind. Sie verstehen, dass das Wetter insbesondere bei Hitzetagen unterschiedlich erlebt wird, je nach Aufenthaltsort. Dabei wird auch thematisiert, dass gewisse Gruppen wie Kinder oder ältere Menschen besonders hitzeempfindlich sind und Schutz benötigen.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die SuS lernen, dass menschliche Eingriffe (z. B. Bodenversiegelung) das Mikroklima verändern können und welche Bedeutung grüne, naturnahe Flächen für ein gesundes Lebensumfeld haben. Damit wird ein Bewusstsein für die Gestaltung nachhaltiger, klimaangepasster Umgebungen geschaffen, dezentral und mit Blick auf die Zukunft.

Lernziele für den Posten TemperaturforscherIn Zyklus 1

- Die SuS können, typische Merkmale von sogenannten „Coolspots“ (angenehm kühle Orte) und „Hotspots“ (besonders heisse Orte) erkennen (z. B. Schatten, Wind, Material der Umgebung). Sie erlangen ein Bewusstsein für das Mikroklima.
- Die SuS können erklären, dass sich Temperatur unterschiedlich anfühlen kann, je nach Umgebung (z. B. Sonne vs. Schatten, windgeschützt vs. Offen, Asphaltfläche vs. Rasenfläche).
- Die SuS können begründen, dass die Wahrnehmung von Wärme (gefühlte Temperatur) durch Sonne, Wind, Feuchtigkeit und Untergrund/Material beeinflusst wird.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die gemessene und die gefühlte Temperatur unter anderem mithilfe eines Hitzestress-Temperaturmessgeräts. Dieses erlaubt ihnen, verschiedene Umweltparameter wie Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur und direkte Sonneneinstrahlung zu kombinieren und deren Auswirkungen auf den Körper zu untersuchen. Die SuS sollen verschiedene Orte aufsuchen, dort den WBGT-Wert (Hitzestress) ablesen und ihren persönlichen, gefühlten Hitzestress mithilfe von Emojis festhalten.

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten TemperaturforscherIn. Kurz und prägnant. Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	
4 min.	Einführung ins Messgerät: Regeln erklären, Handhabung zeigen, 1 Beispiel Vorführen, Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Leherdemonstration	Messgerät
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt TemperaturforscherIn 1 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus 1
8 min.	SuS messen mit aktiver Unterstützung einer Lehrperson an verschiedenen Orten gemäss Arbeitsblatt, notieren Daten, immer jeweils zwei oder drei SuS zusammen messen. Kurze Auswertung und Besprechung nach jeder Messung	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson	Messgerät, Arbeitsblatt, Stift, Klemmbrett
2 min.	Abschluss Besprechung: Reflektieren Nachdenken über Temperaturunterschiede und deren Ursachen- Nachfragen und Gründe eruieren, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 1

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Gefühlte Temperatur

Die **gefühlte Temperatur** kann sich von der **gemessenen Lufttemperatur** unterscheiden. Sie wird von verschiedenen Umweltfaktoren beeinflusst:

- **Sonne:** Direktes Sonnenlicht erwärmt Oberflächen stärker als Schatten.
- **Wind:** Kühlt die Haut – es fühlt sich kühler an (*Windchill-Effekt*).
- **Material:** Asphalt wird heisser als Gras.
- **Feuchtigkeit:** Feuchte Luft erschwert das Schwitzen es fühlt sich wärmer an (fällt extrem in den Tropen an, Stichwort Schwüle Luft).

Sonneneinstrahlung

- Sonnenstrahlen erwärmen Körper (Menschen, Materialien, Luft) durch **Absorption von Strahlungsenergie**.
- Dunkle Oberflächen (z. B. Asphalt) speichern mehr Wärme als helle (z. B. weisse Fassade, Rasen oder andere helle Oberflächen).
- **Direkte Sonnenstrahlung** führt zur stärkeren Erwärmung von Oberflächen oder Körper und zur Erhöhung der gefühlten Temperatur.

Relative Luftfeuchtigkeit

- Sie beschreibt, wie viel **Wasserdampf** in der Luft enthalten ist, im Verhältnis zur maximal möglichen Menge.
- Hohe Luftfeuchtigkeit erschwert die **Verdunstung von Schweiß**, wodurch sich Wärme **unangenehmer** anfühlt.

WBGT-Wert (Wet Bulb Globe Temperature) – Hitzestress-Messung

- Ein kombinierter Index zur Bewertung von Hitzestress (wird z. B. im Arbeitsschutz oder Sport verwendet).
- Berücksichtigt:**
 - Lufttemperatur
 - Sonneneinstrahlung / Strahlungswärme
 - Luftfeuchtigkeit
 - Wind

Auswirkungen von Hitze auf den Körper

Bei Hitze steigt die Körpertemperatur, der Körper versucht, sich durch Schwitzen abzukühlen. Der Kreislauf kann belastet werden: man fühlt sich müde, unwohl oder bekommt Kopfschmerzen. Bis zu Hitzekrämpfe, Hitzeerschöpfung oder Hitzeschlag
Kinder und ältere Menschen sind besonders empfindlich gegenüber starker Hitze.

VersickerungsforscherIn – Zyklus 1

Material für den Versuch:

- VersickerungsforscherIn, Zyklus 1 (Blau) - Arbeitsblatt
- Klemmbrett je Gruppe
- Stifte je Gruppe
- Je Standort, Versickerungsring abgedichtet mit Ton, 5 - 10 cm tief im Boden (Ringfläche= 0,0707m²)
- 3 Liter Wasser mit Messbecher
- Stoppuhr

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthaft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **VersickerungsforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

6. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie unterschiedliche Oberflächen und Beläge Wasser versickern lassen. Dabei erkennen sie, dass naturnahe Flächen wie Wiesen/ Rasen eine grössere Versickerungsrate besitzen als versiegelte, von Menschen gebaute Flächen. Ebenso können aber Staudensubstrate, welche für Versickerung und Reinigung extra konzipiert wurden, eine sehr hohe Versickerungsrate aufweisen.

Sie verstehen, dass menschliches Handeln die Versickerung von Wasser direkt beeinflusst und eine naturnahe Gestaltung einen wichtigen Beitrag zur Versickerung, Grundwasserbildung und Entlastung der Kanalinfrastruktur leisten kann. Dies zu einer nachhaltigen Entwicklung unsere zukünftige Siedlung beiträgt.

4 | *Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären*

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS verstehen, dass Naturereignisse wie Überschwemmungen durch fehlende Versickerungsmöglichkeiten verstärkt oder in Siedlungen verheerender ausfallen können. Sind Flächen jedoch Böden bereits verdichtet oder versiegelt, kann das Wasser nicht mehr versickern, sondern nur noch abfliessen. Wenn der Abfluss zu gross wird, kann die Kanalisation nicht mithalten, was zu Überschwemmungen führt. Durch naturnahe Versickerung können diese Phänomene, die sich durch die Klimakrise in Zukunft verstärkt zeigen, vermindert werden.

8 | Menschen nutzen Räume - sich orientieren und mitgestalten

3. Die Schülerinnen und Schüler können Veränderungen in Räumen erkennen, über Folgen von Veränderungen und die künftige Gestaltung und Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie die Versiegelung von Flächen ohne genügend Grünflächen zu weniger Versickerungsmöglichkeiten für Wasser führt. Dies kann sich dann in häufigeren Überschwemmungen widerspiegeln, welche durch die Klimakrise und die Zunahme der Starkregenereignisse verstärkt werden.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die SuS erleben und messen, wie naturnahe und versiegelte Flächen unterschiedlich Wasser infiltrieren lassen. Sie verstehen, dass die Bodenoberfläche als sichtbare, oberste Schicht eines Belags oder einer Fläche die erste Barriere darstellt, die Wasser überwinden muss, um in den Untergrund zu gelangen. Ist diese Schicht bereits verdichtet oder versiegelt, kann das Wasser nicht mehr versickern. Sie wissen, dass versiegelte Flächen in Zukunft problematisch sind und verschiedene Nachteile mit sich bringen. Sie erkennen, dass die Klimakrise Starkregenereignisse verstärken und häufiger auftreten lassen kann und dass das Wasser einen Ort zur Versickerung braucht, da auch unsere gebaute Infrastruktur an ihre Grenzen stossen kann.

Sie entwickeln ein Bewusstsein für nachhaltiges Handeln im Alltag und im Umgang mit der öffentlichen Ressource Boden, dass zukünftig den Schutz der Umweltressource Wasser fördert.

Lernziele für den Posten VersickerungsforscherIn

- Die SuS können die potenziell mögliche Versickerungsrate (von hoch bis tief) verschiedener Oberflächen und Beläge beurteilen.
- Die SuS können negative Folgen fehlender Versickerungsmöglichkeiten, die durch Versiegelung herbeigeführt werden, erläutern.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die Versickerungsleistung verschiedener Beläge und Flächen. Dabei werden 3 Liter Wasser in den Versickerungsring eingefüllt, und die Stoppuhr wird gestartet, sobald das gesamte Wasser im Ring ist. Gestoppt wird, sobald kein sichtbares Wasser mehr vorhanden ist. Diese Versickerungszeit entspricht zwar nicht direkt der tatsächlichen Versickerungsleistung, ermöglicht jedoch den Vergleich zwischen verschiedenen Flächen, die mit derselben Methode gemessen wurden. So lassen sich Aussagen darüber treffen, welche Beläge oder Oberflächen mehr Wasser infiltrieren lassen als andere.

Die gemessenen Zeiten werden im Messblatt festgehalten und miteinander verglichen. Die Forschungsfrage kann am Schluss, wenn alle Resultate vorliegen, gemeinsam besprochen und beantwortet werden.

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten VersickerungsforscherIn, Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	Arbeitsblatt Zyklus 1
4 min.	Einführung in den Versuch: Regeln erklären, Standorte zeigen, 1 Beispiel erklären und zusammen durchführen, Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Lehrerdemonstration	Stoppuhr, Messbecher, Arbeitsblatt Zyklus 1
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt VersickerungsforscherIn 1 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus 1
8 min.	SuS messen an verschiedenen Orten gemäss vorplatzierten Versickerungsringen, notieren Zeit, Lehrperson leitet den Versuch und achtet auf korrekte Bedienung der Stoppuhr (Start/Stopp zum richtigen Zeitpunkt)	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson	Versickerungs Mat., Arbeitsblatt Zyklus 1, Stift, Klemmbrett,
2 min.	Gemeinsame Auswertung und Besprechung: Besprechung der Ergebnisse, Nachdenken über Ursachen, Nachfragen für Gründe dafür, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 1

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Versickerung

Versickerung ist der Prozess, bei dem Wasser (oft Regenwasser) von der Bodenoberfläche in den Boden eindringt. Es kann dort gespeichert, weitergeleitet oder gefiltert werden.

Faktoren die die Versickerung beeinflussen

- Bodenart: Sand versickert am schnellsten, Toniger Boden hält Wasser zurück
- Bodengefüge: Verdichteter Boden versickert schlecht. Ein Gesunder Boden mit einem Guten Luft und Wasserhaushalt und intaktem Porengefüge versickert gut.
- Bodenfeuchte: Ein trockener Boden kann zunächst Wasser schneller aufnehmen, da ein hoher Saugspannungsunterschied besteht. Ist der Boden jedoch ausgetrocknet, kann die Aufnahmefähigkeit anfangs stark vermindert sein, etwa durch wasserabweisende (hydrophobe) Bodenoberflächen.
- Vegetation: Wurzeln verbessern Versickerung
- Hangneigung: Gefälle fördert Oberflächenabfluss und mindert die lokale Infiltrierung in den Boden

Versickerungsleistung

- Versickerungsleistung von $0.5 - 2 \text{ l/min/m}^2$ ist ein Durchschnittswert eines Humusierten und bewachsenen Boden. Wir machen unseren Versuch mit 3 Liter auf die Minute und auf einer Ringfläche von $0,0707 \text{ m}^2$. Der Versickerungsring muss in etwa 5-10 cm im Boden eingedrückt sein und kann, wenn dies nicht möglich ist mit Ton abgedichtet werden.

Bedeutung und Wichtigkeit von Versickerung

- Grundwasserneubildung
- Reinigung von Regenwasser oder Oberflächenwasser (natürlicher Filter)
- Schutz vor Überflutung & Erosion, je mehr lokal/dezentral versickert

Typische Probleme für die Versickerung

Boden zu verdichtet, Wasser staut sich und kann nicht versickern

Oberflächenabfluss bei versiegelten Flächen

Tonige Schichten können Wasser stauen

Baumassnahmen oder Verdichtungen durch schwere Maschinen verändern Bodenstruktur negativ

Die Versickerung in naturnahen Umgebungen ist deutlich höher als in einer Siedlung. Dadurch gelangt mehr Wasser in die Kanalisation und zu den Kläranlagen (ARA). Diese müssen dann oft bei Starkregenereignissen ihren Notüberlauf nutzen, der ungeklärtes Wasser in Flüsse und Seen leitet. Sauberes Regen- und Oberflächenwasser sollte deshalb immer lokal und dezentral versickert werden, damit es natürlich gereinigt wird und nicht die Kanalisation belastet.

So wird der natürliche Wasserkreislauf, auch in der Siedlung, so gut wie möglich wieder geschlossen. Ein naturnaher Wasserkreislauf in urbanen Bereichen hilft, Überschwemmungen zu reduzieren, Grundwasser anzureichern und die Wasserqualität zu verbessern.

WärmeforscherIn – Zyklus 1

Material für den Versuch:

- WärmeforscherIn, Zyklus 1 (Blau) - Arbeitsblatt
- Klemmbrett je Gruppe
- Stifte je Gruppe
- Wärmebildkamera

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthaft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **WärmeforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

6. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie unterschiedlich sich Oberflächen je nach Material, Farbe und Besonnung erwärmen können und diese abgeben können. Dabei erkennen sie, dass dunkle und oft vom Menschen geprägte Oberflächen deutlich höhere Oberflächentemperaturen aufweisen als begrünte oder naturnahe Oberflächen. Sie verstehen, dass menschliches Handeln das Mikroklima direkt beeinflusst und naturnahe Gestaltung einen wichtigen Beitrag zur Hitzeminderung und damit zur nachhaltigen Entwicklung leisten kann.

3 | *Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen*

2. Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Energie und Energieumwandlungen im Alltag erkennen, beschreiben und reflektiert handeln.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS untersuchen, wie Sonnenenergie verschiedene Oberflächen unterschiedlich stark erwärmt. Sie erkennen, dass Sonnenstrahlen (Infrarotstrahlung) als Energiequelle eine grosse Wirkung haben, die bei dunklen Materialien mehr Wärme erzeugt als bei hellen oder grünen lebendigen Oberflächen. Dadurch entwickeln sie ein erstes Verständnis dafür, wie die Wärmestrahlung der Sonne auf der Erde in fühlbare Wärme umgewandelt wird und wie diese, je nach Material, Farbe und Besonnung, wieder an die Umgebung abgegeben wird. Technische Hilfsmittel wie z. B. eine Wärmebildkamera/ Infrarotlaser- Messegerät machen diesen Prozess sichtbar und unterstützen das Verständnis.

4 | *Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären*

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erkennen, dass Wärme nicht sichtbar ist und nur durch technische Hilfsmittel oder durch das Spüren mit unseren Sinnen erlebbar und fassbar gemacht werden kann. Sie erkennen, welche Oberflächen sich stark erwärmen können, insbesondere, wenn sie der Sonne ausgesetzt sind, und auch danach noch Wärme abgeben. Dadurch verstehen sie, wie wichtig es ist, verschiedene Materialien gezielt zu wählen und geeignete Materialien an Orten einzuplanen, an denen sich Menschen aufhalten, um dadurch kühle, schattige und begrünte Aufenthaltsorte zu schaffen.

Dies trägt wesentlich zum Wohlbefinden bei besonders während extremer Hitzeperioden, die nicht nur Hitzetage, sondern auch Tropennächte mit sich bringen, und ist vor allem für Kinder sowie ältere Menschen von grosser Bedeutung.

5 | Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschliessen, einschätzen und anwenden

3. Die Schülerinnen und Schüler können Bedeutung und Folgen technischer Entwicklungen für Mensch und Umwelt einschätzen.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS können kurz und einfach erklären, dass eine Wärmebildkamera die Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) sichtbar macht, die ein Objekt abgibt. Sie wandelt also unsichtbare Wärmestrahlung in ein Farbbild um, meist dargestellt in einem Spektrum von Blau (kühler) bis Rot (wärmer). Wärmebildkameras werden in verschiedenen Alltagssituationen oder von HandwerkerInnen eingesetzt, z.B. um Kältebrücken zu erkennen oder Leitungen im Fussboden sichtbar zu machen. Sie kann uns auch im Winter zeigen, an welchen Stellen unser Körper am meisten Wärme verliert (etwa am Kopf), und warum es daher sinnvoll ist, eine Mütze zu tragen.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Durch das Beobachten und Messen von heissen und kühlen Materialien/ Oberflächen entwickeln die SuS ein Verständnis dafür, wie unsere gebaute und natürliche Umgebung Wärme speichert und der Umgebung wieder abgeben kann. Sie erkennen, dass Materialien, Farben, Oberflächen und Begrünung eine zentrale Rolle für das Mikroklima und unser Wohlbefinden spielen. Mit Hilfe technischer Hilfsmittel wie Wärmebildkameras werden unsichtbare Wärmestrahlung sichtbar gemacht und Zusammenhänge greifbar. Die SuS lernen, die Wichtigkeit von Begrünung, Schatten, Transpirationsleistung von Pflanzen und Materialwahl helfen können, kühle Aufenthaltsorte zu schaffen und Hitze in Siedlungen und Aufenthaltsorten zu mindern.

Sie reflektieren, warum es wichtig ist, unsere Umgebung klimaangepasst, gerecht und zukunftsorientiert zu gestalten, besonders mit Blick auf verletzte Gruppen wie Kinder oder ältere Menschen. So entwickeln sie ein Bewusstsein für nachhaltiges Handeln im Alltag und im Umgang mit dem öffentlichen Raum.

Lernziele für den Posten WärmeforscherIn

- Die SuS können ausgewählte Materialien und Oberflächen benennen, die besonders viel Wärme an die Umgebung abgeben und dadurch die Umgebungstemperatur erhöhen können.
- Die SuS können schildern, warum helle Oberflächen oder bepflanzte Flächen zu einem angenehmeren und kühleren Mikroklima beitragen können.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die Wärme, die von Materialien oder Oberflächen ausgestrahlt wird. Mit einer Wärmebildkamera wird diese Wärme visuell fassbar. In Form eines Farbbildes, meist dargestellt in einem Spektrum von Blau (kühl) bis Rot (warm), können die SuS erkennen, welche Flächen Wärme abstrahlen. Die im Messblatt aufgeführten Orte sollen begangen werden, um die Daten gemäss Messblatt festzuhalten.

Als Einführung des Gerätes dürfen gerne kontrastreiche Materialien mit der Wärmebildkamera gezeigt werden (Weiss Vs. Schwarzes T-Shirt).

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten WärmeforscherIn, Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	Arbeitsblatt Zyklus1
4 min.	Einführung in die Wärmebildkamera: Regeln erklären, Handhabung zeigen, 1 Beispiele gemeinsam durchführen (Schwarzes vs. weisses T-Shirt), Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Lehrerdemonstration	Wärmebildkamera
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt WärmeforscherIn 1 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus1
8 min.	SuS messen mit aktiver Unterstützung einer Lehrperson an verschiedenen Orten gemäss Arbeitsblatt, verbinden Kreis mit Farbskala. Kurze Auswertung und Besprechung nach jeder Messung	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson,	Wärmebildkamera, Arbeitsblatt Zyklus 1 Stift, Klemmbrett
2 min.	Abschluss Besprechung: Reflektieren Nachdenken über Wärme, Nachfragen und Gründe eruieren, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben, Nachfragen wärmstes und kältestes Material und Gründe dafür	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 1

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Oberflächentemperatur

- Die Kamera misst die Infrarotstrahlung, die von der Oberfläche eines Objekts ausgeht.
- **Sonne:** Direktes Sonnenlicht erwärmt Oberflächen stärker.
- **Material:** Asphalt wird heisser als Gras. Grund dafür sind der Albedo-Effekt (Asphalt reflektiert weniger Sonnenlicht) und die Wärmespeicherfähigkeit (Asphalt nimmt mehr Wärmeenergie auf und gibt sie schneller wieder ab als Wasser, aber langsamer als gewisse Metalloberflächen). Wasser wirkt ausgleichend und kann durch Evaporation kühlen.

Wärme: Wärme selbst kann man nicht sehen, aber ihre Auswirkungen spüren.

- Wir messen die abgestrahlte Wärme des Materials

Sonneneinstrahlung

- Sonnenstrahlen erwärmen Körper (Menschen, Materialien, Luft) durch **Absorption von Strahlungsenergie**.
- Dunkle Oberflächen (z. B. Asphalt) speichern mehr Wärme als helle (z. B. weisse Fassade, Rasen oder andere helle Oberflächen).
- Schwarze oder dunkle Flächen nehmen mehr Sonnenstrahlen auf (Absorption) und geben weniger Licht zurück (Reflexion). Dadurch speichern sie mehr Wärme als helle Flächen, die das Sonnenlicht stärker reflektieren. Und führt zur Erhöhung der gefühlten Temperatur.

Evapotranspiration

Ist wenn Wasser aus dem Boden und über Pflanzen in die Luft verdunstet wird.

Sie setzt sich aus zwei Prozessen zusammen:

- **Evaporation:** Verdunstung von Wasser direkt vom Boden oder von Oberflächen (z. B. nasser Asphalt, Blätter, Erde)
- **Transpiration:** Abgabe von Wasserdampf durch die Blätter der Pflanzen über kleine Öffnungen (Stomata)

Pflanzen kühlen aktiv über beide Prozesse. Die Transpiration über Wasserdampf ist dabei besonders effektiv, da unbewegte Wasseroberflächen nur wenig Wasserdampf erzeugen und somit wenig zur Kühlung beitragen. Bäume hingegen können über unzählige Blattöffnungen gleichzeitig kühlen. Diese Form der Kühlung, Evapotranspiration (Wasserverdunstung) genannt, funktioniert ähnlich wie das Schwitzen beim Menschen.

Wärmebildkamera

Eine Wärmebildkamera (auch Thermalkamera) zeigt die Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung), die Objekte abhängig von ihrer Temperatur abgeben. Sie macht also unsichtbare Wärmestrahlung sichtbar, indem sie diese in Farben (oft blau zu Rot) umwandelt. Sie helfen Energieverluste zu erkennen, Überhitzung zu vermeiden.

Auswirkungen von Hitze auf den Körper

Bei Hitze steigt die Körpertemperatur, der Körper versucht, sich durch Schwitzen abzukühlen. Der Kreislauf kann belastet werden: man fühlt sich müde, unwohl oder bekommt Kopfschmerzen. Bis zu Hitzekrämpfe, Hitzeerschöpfung oder Hitzeschlag. Kinder und ältere Menschen sind besonders empfindlich gegenüber starker Hitze.

Anhang 5) Broschüre Lehrpersonenblätter Zyklus 2

BodenforscherIn – Zyklus 2

Material für den Versuch:

- BodenforscherIn, Zyklus 2 (Grün) - Arbeitsblatt
- Stoppuhr
- PET-Flasche:
 - o Kies, Sand etc.
 - o Schwammstadtsubstrat
 - o Schwämme (Könnte Moorboden oder Waldboden repräsentieren)
- 0.5 Liter Wasser
- 2x Messbecher (einer mit Wasser einer zum Auffangen)
- Klemmbrett und Schreibmaterial je Gruppe

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthaft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **BodenforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

2. *Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Sonne, Luft, Wasser, Boden und Steinen für Lebewesen erkennen, darüber nachdenken und Zusammenhänge erklären.*

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben den Boden als einen Bereich, der sonst schwer fassbar ist, da er unsichtbar unter unseren Füssen liegt, verborgen unter Pflanzen oder Belägen. Der Sauerstoff- und Wasserhaushalt im Boden unterscheidet sich deutlich vom offenen Luftraum über dem Boden. Mit diesem Versuch untersuchen die SuS, welche Faktoren den Boden lebendig machen und ihm seine vielfältigen Funktionen verleihen. Der Boden beherbergt zahlreiche Lebewesen, die Gänge graben und organisches Material zersetzen. Sie tragen wesentlich dazu bei, den Luft- und Wasserhaushalt im Boden zu regulieren.

Steine schaffen Strukturen, machen den Boden tragfähig und sind Teil der natürlichen Filterfunktion des Bodens. Die Versickerung von Wasser und die dabei entstehende Reinigung, bevor es ins Grundwasser gelangt, hängt von all diesen Faktoren (und weiteren) ab.

Ohne diese biologischen, physikalischen und chemischen Prozesse wäre die Reinigungsleistung des Bodens beim Versickern deutlich geringer, und unser Grundwasser, das oft auch als Trinkwasser genutzt wird, wäre nicht ausreichend sauber.

6. *Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.*

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie unterschiedliche Substrate/ Füllmaterialien Wasser versickern, zurückhalten oder sogar reinigen können. Natürliche Böden können sehr verschieden aufgebaut sein. Von Menschen beeinflusste oder konstruierte Böden sind, sofern sie nicht gezielt mit dem Ziel der Wasserrückhaltung oder Reinigung gestaltet wurden, häufig nicht dafür geeignet. Sie verstehen, dass menschliches Handeln die Versickerung, Reinigung und Rückhaltung von Wasser im Boden und in verschiedenen Substraten direkt beeinflusst. Eine naturnahe Gestaltung leistet wichtigen Beitrag zur Versickerung, zum Grundwasserschutz und zur Wasserrückhaltung in Trockenperioden. Dies trägt wesentlich zu einer nachhaltigen Entwicklung unserer zukünftigen Siedlungsräume bei.

4 | Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS verstehen, dass Naturereignisse wie Überschwemmungen durch fehlende Versickerungsmöglichkeiten verstärkt oder in Siedlungen verheerender ausfallen können. Sie erkennen, dass Trockenperioden ohne Regen eine Ausnahmesituation für Pflanzen darstellen. Dabei sind Substrate oder Böden mit hoher Wasserspeicherfähigkeit für Pflanzen von grosser Bedeutung. Diese gespeicherten Wassermengen ermöglichen nicht nur das Überleben der Pflanzen, sondern leisten auch einen Beitrag zur Kühlung der Umgebung, wobei all dies vom verfügbaren Wasser für die Pflanzen abhängt. Durch naturnahe Versickerung, gezielte Wasserrückhaltung und Speicherung im Boden können Hitzeperioden besser überbrückt werden, die sich aufgrund der Klimakrise künftig verstärkt zeigen werden.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die SuS erleben und messen, wie verschiedene Substrate/ Böden unterschiedlich Wasser infiltrieren und zurückhalten können. Sie verstehen, dass es nicht nur um eine möglichst schnelle Versickerung geht, sondern auch um die Rückhaltung (Speicherung) von Wasser im Boden, damit es für Pflanzen verfügbar bleibt, sowie um die Reinigung des Wassers, bevor es in unser Grundwasser gelangt.

Damit Pflanzen unsere Umgebung kühlen oder Schatten spenden können, müssen sie für die künftig häufiger auftretenden Hitzeperioden gewappnet sein. Dafür brauchen sie ausreichend Bodenvolumen und genügend verfügbares Wasser. Dieses Verständnis sollen die Kinder durch den Versuch prüfen können.

Sie entwickeln ein Bewusstsein für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden, einem System, das nicht isoliert betrachtet werden kann, da viele andere Lebewesen davon abhängen, ebenso wie wir Menschen. Wenn wir in Zukunft schattige und angenehme Aufenthaltsbereiche schaffen und erhalten möchten, müssen wir uns bereits heute dafür engagieren und diese Entwicklung aktiv fördern.

Lernziele für den Posten VersickerungsforscherIn

- Die SuS können erläutern, weshalb einige Substrate eine grössere Wasserrückhaltung besitzen als andere.
- Die SuS können Folgen zu schneller Versickerung und fehlender Wasserrückhaltung beschreiben.
- Die SuS können Folgen einer fehlenden oder verminderten Reinigungsleistung von Böden formulieren.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die Versickerungsleistung und Wasserrückhaltung verschiedener Substrate/ Böden. Dabei werden 0.5 Liter Wasser in eine PET-Flasche gefüllt, und die Stoppuhr wird gestartet, sobald das gesamte Wasser in der Flasche ist. Gestoppt wird, sobald kein sichtbares Oberflächenwasser mehr vorhanden ist. Damit wird die Zeit gemessen, die das Wasser benötigt, um ins Substrat zu infiltrieren.

Eine SuS hält während der gesamten Zeit einen Messbecher unter die PET-Flasche und wartet, bis kein Wasser mehr austritt. Anschliessend wird gemessen, wie viel Wasser ausgetreten ist und somit auch wie viel vom Substrat zurückgehalten wurde. Es können auch Erläuterungen zur Reinigungsleistung gemacht werden, wobei diese im Versuch schwieriger sichtbar zu machen sind.

Die gemessenen Zeiten und Wassermengen werden im Messblatt festgehalten und miteinander verglichen. Die Forschungsfrage wird am Schluss, wenn alle Resultate vorliegen, gemeinsam besprochen und beantwortet.

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten BodenforscherIn, Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	
4 min.	Einführung in den Versuch: Regeln erkläre, Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Lehrerdemonstration	Messgerät
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt BodenforscherIn 2 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus2
8 min.	1 Versuche jeweils zusammen durchführen (1 SuS hält PET-Flasche 1 SuS stoppt Zeit, 1 SuS füllt 0.5 l Wasser hinein 1 SuS hält unterhalb Messbecher, 1 SuS beobachtet) Lehrperson führt aktiv, kontrolliert das Zeit gestoppt wird	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson	Messgerät, Arbeitsblatt Zyklus 2, Stift, Klemmbrett
2 min.	Gemeinsame Auswertung und Besprechung: Besprechung der Ergebnisse, Nachdenken über Versickerung und Rückhaltung, Nachfragen wieso Gründe dafür, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 2

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Versickerung

Versickerung ist der Prozess, bei dem Wasser (oft Regenwasser) von der Bodenoberfläche in den Boden eindringt. Es kann dort gespeichert, weitergeleitet oder gefiltert werden.

Faktoren die die Versickerung beeinflussen

- Bodenart: Sand versickert am schnellsten, Toniger Boden hält Wasser zurück
- Bodengefüge: Verdichteter Boden versickert schlecht. Ein Gesunder Boden mit einem Guten Luft und Wasserhaushalt und intaktem Porengefüge versickert gut.
- Bodenfeuchte: Ein trockener Boden kann zunächst Wasser schneller aufnehmen, da ein hoher Saugspannungsunterschied besteht. Ist der Boden jedoch ausgetrocknet, kann die Aufnahmefähigkeit anfangs stark vermindert sein, etwa durch wasserabweisende (hydrophobe) Bodenoberflächen.
- Vegetation: Wurzeln verbessern Versickerung
- Hangneigung: Gefälle fördert Oberflächenabfluss und mindert die lokale Infiltrierung in den Boden

Faktoren die Wasserrückhaltung und Speicherung beeinflussen

Ähnliche Faktoren wie bei der Versickerung: Zuerst muss das Wasser überhaupt in den Boden infiltrieren können.

Bodenart/ Korngrösse: Tonige Böden speichern viel Wasser, da sie feine Poren und eine grosse Oberfläche haben. Sandige Böden lassen Wasser schnell versickern, speichern aber wenig, da sie grobe Poren haben.

Bodenbedeckung: Bewuchs (Pflanzen, Mulch) schützt den Boden vor Austrocknung und Erosion. Unbedeckte Böden verlieren mehr Wasser durch Verdunstung.

Bodenlebewesen: Regenwürmer und andere Bodenlebewesen fördern die Durchlüftung und Wasserspeicherung, indem sie Gänge graben. Mikroorganismen tragen zum Humusaufbau bei was zu besseres Wasserspeichervermögen führt.

Versickerungsleistung

Mit dem PET-Flaschen-Versuch wurden verschiedene Substrate miteinander verglichen. Dabei wurde sowohl die Infiltrationszeit gemessen als auch die Wasserrückhaltung erfasst. So konnten Unterschiede in der Speicherfähigkeit und Durchlässigkeit der Substrate sichtbar gemacht werden.

Bedeutung und Wichtigkeit von Versickerung, Wasserrückhaltung und Speicherung

- Grundwasserneubildung
- Reinigung von Regenwasser oder Oberflächenwasser (natürlicher Filter)
- Schutz vor Überflutung & Erosion, je mehr lokal/dezentral versickert
- Wasser steht den pflanzen potenziell zur Verfügung
- Wenn der Boden eine hohe Wasserspeicherfähigkeit aufweist, kann Wasser bei Überfluss gespeichert und bei Trockenheit wieder genutzt werden (Idealzustand).
- Bei Starkregen kann Wasser nicht nur schnell versickern, sondern auch im Boden zurückgehalten und über längere Zeit langsam abgegeben werden. Dies ermöglicht eine regelmässige Grundwasserneubildung.

Typische Probleme für die Versickerung

Boden zu verdichtet, Wasser staut sich und kann nicht versickern

Oberflächenabfluss bei versiegelten Flächen

Tonige Schichten können Wasser stauen

Baumassnahmen oder Verdichtungen durch schwere Maschinen verändern Bodenstruktur negativ

So wird der natürliche Wasserkreislauf, auch in der Siedlung, so gut wie möglich wieder geschlossen. Ein naturnaher Wasserkreislauf in urbanen Bereichen hilft, Überschwemmungen zu reduzieren, Grundwasser anzureichern und die Wasserqualität zu verbessern.

TemperaturforscherIn – Zyklus 2

Material für den Versuch:

- TemperaturforscherIn, Zyklus 2 (Grün) - Arbeitsblatt
- Klemmbrett je Gruppe
- Stifte je Gruppe
- Extech-Temperaturmessgerät, Hitzestress (relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur)

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **TemperaturforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

6. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie sich Temperatur je nach Umgebung unterschiedlich anfühlen kann. Sie entdecken, dass stark verbaute und vom Menschen geprägte Orte oft deutlich wärmer sind als naturnahe Bereiche. So wird ihnen bewusst, wie menschliches Handeln das Mikroklima beeinflussen kann und weshalb eine naturnahe Gestaltung von Umgebungen auch zur Klimaanpassung beiträgt.

3 | *Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen*

2. Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Energie und Energieumwandlungen im Alltag erkennen, beschreiben und reflektiert handeln.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erkennen, dass die Sonne Infrarotstrahlung aussendet, die wir als Wärme wahrnehmen. Sie beobachten, wie sich verschiedene Materialien oder Orte unter Sonnenenergie unterschiedlich stark aufheizen, zum Beispiel Asphalt im Vergleich zu Rasen. Sie erfahren, dass sich Sonnenenergie in Wärme umwandelt, was z. B. zur Verdunstung von Wasser führt, und dass Schatten vor dieser Energie schützt. So entwickeln sie ein erstes Verständnis von Energieumwandlung und deren Wirkung auf ihre Umwelt.

4 | *Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären*

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS lernen, dass Hitzetage oder Hitzeperioden unser Wohlbefinden stark beeinflussen und Schatten oder kühlere Orte bei hohen Temperaturen besonders wichtig sind. Sie verstehen, dass das Wetter insbesondere bei Hitzetagen unterschiedlich erlebt wird, je nach Aufenthaltsort. Dabei wird auch thematisiert, dass gewisse Gruppen wie Kinder oder ältere Menschen besonders hitzeempfindlich sind und Schutz benötigen.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die SuS lernen, dass menschliche Eingriffe (z. B. Bodenversiegelung) das Mikroklima verändern können und welche Bedeutung grüne, naturnahe Flächen für ein gesundes Lebensumfeld haben. Damit wird ein Bewusstsein für die Gestaltung nachhaltiger, klimaangepasster Umgebungen geschaffen, dezentral und mit Blick auf die Zukunft.

Lernziele für den Posten TemperaturforscherIn Zyklus 2

- Die SuS können, typische Merkmale von sogenannten „Coolspots“ (angenehm kühle Orte) und „Hotspots“ (besonders heisse Orte) erkennen (z. B. Schatten, Wind, Material der Umgebung). Sie erlangen ein Bewusstsein für das Mikroklima.
- Die SuS können erklären, dass die gemessene Lufttemperatur (z. B. aus dem Wetterbericht) nicht überall gleich wahrgenommen (gefühlte Temperatur) wird und lokal stark variieren kann dies anhand konkreter Situationen (z. B. Sonne vs. Schatten, windgeschützt vs. Offen, Asphaltfläche vs. Rasenfläche).
- Die SuS können begründen, dass Temperaturwahrnehmung von verschiedenen Umweltfaktoren abhängt und im Alltag unterschiedlich erlebt werden kann.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die gemessene und die gefühlte Temperatur unter anderem mithilfe eines Hitzestress-Temperaturmessgeräts. Dieses erlaubt ihnen, verschiedene Umweltparameter wie Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur und direkte Sonneneinstrahlung einzeln zu erfassen, zu kombinieren und dadurch deren Auswirkungen auf den Körper zu untersuchen. Die SuS sollen verschiedene Orte aufsuchen und dort die Werte auf dem Arbeitsblatt eintragen, die für die Berechnung des WBGT-Werts (Hitzestress) benötigt werden. Sie versuchen mithilfe der gemessenen Werte und ihrer eigenen Erfahrungen den kühlssten und den wärmsten Ort auf dem Schulareal zu finden.

Ihre persönliche, gefühlte Temperatur sollen die SuS mit den gemessenen Werten vergleichen.

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten TemperaturforscherIn, Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	
4 min.	Einführung ins Messgerät: Regeln erklären, Handhabung zeigen, 1 Beispiele gemeinsam durchführen, Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Lehrerdemonstration	Messgerät
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt TemperaturforscherIn 2 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus2
8 min.	SuS messen an verschiedenen Orten gemäss Arbeitsblatt, notieren Daten, Lehrperson ist in der Nähe kann bei Fragen sofort reagieren oder Unterstützen, Kurze Auswertung und Besprechung nach jeder Messung	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson	Messgerät, Arbeitsblatt Zyklus 2, Stift, Klemmbrett
2 min.	Abschluss Besprechung: Reflektieren Nachdenken über Temperaturunterschiede und deren Ursachen- Nachfragen und Gründe eruieren, Nachfragen wo heisseste und kühlfster Ort- Gründe dafür, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 2

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Gefühlte Temperatur

Die **gefühlte Temperatur** kann sich von der **gemessenen Lufttemperatur** unterscheiden. Sie wird von verschiedenen Umweltfaktoren beeinflusst:

- **Sonne:** Direktes Sonnenlicht erwärmt Oberflächen.
- **Wind:** Kühlt die Haut, es fühlt sich kühler an (*Windchill-Effekt*).
- **Bäume:** Pflanzen kühlen durch Transpiration, dabei verdunstet Wasser, wechselt den Aggregatzustand und entzieht der Umgebung Wärmeenergie.
- **Material:** Asphalt wird heisser als Gras. Grund dafür sind der Albedo-Effekt (Asphalt reflektiert weniger Sonnenlicht) und die Wärmespeicherfähigkeit (Asphalt nimmt mehr Wärmeenergie auf und gibt sie schneller wieder ab als Wasser, aber langsamer als gewisse Metalloberflächen). Wasser wirkt ausgleichend und kann durch Evaporation kühlen.
- **Feuchtigkeit:** Feuchte Luft erschwert das Schwitzen es fühlt sich wärmer an (extrem in den Tropen, Stichwort Schwüle Luft).

Sonneneinstrahlung

- Sonnenstrahlen erwärmen Körper (Menschen, Materialien, Luft) durch **Absorption von Strahlungsenergie**.
- Dunkle Oberflächen (z. B. Asphalt) speichern mehr Wärme als helle (z. B. weisse Fassade, Rasen oder andere helle Oberflächen).
- Schwarze oder dunkle Flächen nehmen mehr Sonnenstrahlen auf (Absorption) und geben weniger Licht zurück (Reflexion). Dadurch speichern sie mehr Wärme als helle Flächen, die das Sonnenlicht stärker reflektieren. Und führt zur Erhöhung der gefühlten Temperatur.

Relative Luftfeuchtigkeit

- Sie beschreibt, wie viel **Wasserdampf** in der Luft enthalten ist, im Verhältnis zur maximal möglichen Menge.
- Hohe Luftfeuchtigkeit erschwert die **Verdunstung von Schweiss**, wodurch sich Wärme **unangenehmer** anfühlt.

WBGT-Wert (Wet Bulb Globe Temperature) – Hitzestress-Messung

- Ein kombinierter Index zur Bewertung von Hitzestress (wird z. B. im Arbeitsschutz oder Sport verwendet).
- **Berücksichtigt:**
- Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Wind
-

Auswirkungen von Hitze auf den Körper

Bei Hitze steigt die Körpertemperatur, der Körper versucht, sich durch Schwitzen abzukühlen. Der Kreislauf kann belastet werden: man fühlt sich müde, unwohl oder bekommt Kopfschmerzen. Bis zu Hitzekrämpfe, Hitzeerschöpfung oder Hitzeschlag. Kinder und ältere Menschen sind besonders empfindlich gegenüber starker Hitze.

VersickerungsforscherIn – Zyklus 2

Material für den Versuch:

- VersickerungsforscherIn, Zyklus 2 (Grün) - Arbeitsblatt
- Klemmbrett je Gruppe
- Stifte je Gruppe
- Je Standort, Versickerungsring abgedichtet mit Ton, 5 - 10 cm tief im Boden (Ringfläche= 0,0707m²)
- 3 Liter Wasser mit Messbecher
- Stoppuhr

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthaft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **VersickerungsforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

6. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie unterschiedliche Oberflächen und Beläge Wasser versickern lassen. Dabei erkennen sie, dass naturnahe Flächen wie Wiesen/ Rasen eine grössere Versickerungsrate besitzen als versiegelte, von Menschen gebaute Flächen. Ebenso können aber Staudensubstrate, welche für Versickerung und Reinigung extra konzipiert wurden, eine sehr hohe Versickerungsrate aufweisen.

Sie verstehen, dass menschliches Handeln die Versickerung von Wasser direkt beeinflusst und eine naturnahe Gestaltung einen wichtigen Beitrag zur Versickerung, Grundwasserbildung und Entlastung der Kanalinfrastuktur leisten kann. Dies zu einer nachhaltigen Entwicklung unsere zukünftige Siedlung beiträgt.

4 | *Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären*

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS verstehen, dass Naturereignisse wie Überschwemmungen durch fehlende Versickerungsmöglichkeiten verstärkt oder in Siedlungen verheerender ausfallen können. Bei Starkregen werden zuerst Oberflächen benetzt, bis es zu Abfluss oder Versickerung kommt. Sind Flächen jedoch Böden verdichtet oder versiegelt, kann das Wasser nicht mehr versickern, sondern nur noch abfliessen. Wenn der Abfluss zu gross wird, kann die Kanalisation nicht

mithalten, was zu Überschwemmungen führt. Durch naturnahe Versickerung können diese Phänomene, die sich durch die Klimakrise in Zukunft verstärkt zeigen, vermindert werden.

8 | Menschen nutzen Räume - sich orientieren und mitgestalten

3. Die Schülerinnen und Schüler können Veränderungen in Räumen erkennen, über Folgen von Veränderungen und die künftige Gestaltung und Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie die Verdichtung oder Versiegelung von Siedlungen und Flächen ohne genügend Grünflächen und entsiegelte Oberflächen zu weniger Versickerungsmöglichkeiten für Wasser führt. Dies kann sich dann in häufigeren Überschwemmungen widerspiegeln, welche durch die Klimakrise und die Zunahme der Starkregenereignisse verstärkt werden.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Die SuS erleben und messen, wie naturnahe und versiegelte Flächen unterschiedlich Wasser infiltrieren lassen. Sie verstehen, dass die Bodenoberfläche als sichtbare, oberste Schicht eines Belags oder einer Fläche die erste Barriere darstellt, die Wasser überwinden muss, um in den Untergrund zu gelangen. Ist diese Schicht bereits verdichtet oder versiegelt, kann das Wasser nicht mehr versickern. Sie wissen, dass versiegelte Flächen in Zukunft problematisch sind und verschiedene Nachteile mit sich bringen. Sie erkennen, dass die Klimakrise Starkregenereignisse verstärken und häufiger auftreten lassen kann und dass das Wasser einen Ort zur Versickerung braucht, da auch unsere gebaute Infrastruktur an ihre Grenzen stossen kann.

Sie entwickeln ein Bewusstsein für nachhaltiges Handeln im Alltag und im Umgang mit der öffentlichen Ressource Boden, dass zukünftig den Schutz der Umweltressource Wasser fördert.

Lernziele für den Posten VersickerungsforscherIn

- Die SuS können mögliche Versickerungsraten (von hoch bis tief) verschiedener Oberflächen und Beläge beurteilen.
- Die SuS können negative Folgen fehlender Versickerungsmöglichkeiten, die durch Versiegelung herbeigeführt werden, erläutern.
- Die SuS können zukünftige Folgen einer verminderten Versickerung auf die Umwelt, in Hinblick der zukünftigen Auswirkungen der Klimakrise, erklären.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die Versickerungsleistung verschiedener Beläge und Flächen. Dabei werden 3 Liter Wasser in den Versickerungsring eingefüllt, und die Stoppuhr wird gestartet, sobald das gesamte Wasser im Ring ist. Gestoppt wird, sobald kein sichtbares Wasser mehr vorhanden ist. Diese Versickerungszeit entspricht zwar nicht direkt der tatsächlichen Versickerungsleistung, ermöglicht jedoch den Vergleich zwischen verschiedenen Flächen, die mit derselben Methode gemessen wurden. So lassen sich Aussagen darüber treffen, welche Beläge oder Oberflächen mehr Wasser infiltrieren lassen als andere.

Die gemessenen Zeiten werden im Messblatt festgehalten und miteinander verglichen. Die Forschungsfrage kann am Schluss, wenn alle Resultate vorliegen, gemeinsam besprochen und beantwortet werden.

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten VersickerungsforscherIn, Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	Arbeitsblatt Zyklus 2
4 min.	Einführung in den Versuch: Regeln erklären, Standorte zeigen, 1 Beispiel erklären und zusammen durchführen, Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Lehrerdemonstration	Stoppuhr, Messbecher, Arbeitsblatt Zyklus 2
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt VersickerungsforscherIn 2 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus 2
8 min.	SuS messen an verschiedenen Orten gemäss vorplatzierten Versickerungsringen, notieren Zeit, Lehrperson achtet auf korrekte Bedienung der Stoppuhr (Start/Stopp zum richtigen Zeitpunkt) und unterstützt	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson	Versickerungs Mat., Arbeitsblatt Zyklus 2, Stift, Klemmbrett,
2 min.	Gemeinsame Auswertung und Besprechung: Besprechung der Ergebnisse, Nachdenken über Ursachen, Nachfragen für Gründe dafür, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 2

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Versickerung

Versickerung ist der Prozess, bei dem Wasser (oft Regenwasser) von der Bodenoberfläche in den Boden eindringt. Es kann dort gespeichert, weitergeleitet oder gefiltert werden.

Faktoren die die Versickerung beeinflussen

- Bodenart: Sand versickert am schnellsten, Toniger Boden hält Wasser zurück
- Bodengefüge: Verdichteter Boden versickert schlecht. Ein Gesunder Boden mit einem Guten Luft und Wasserhaushalt und intaktem Porengefüge versickert gut.
- Bodenfeuchte: Ein trockener Boden kann zunächst Wasser schneller aufnehmen, da ein hoher Saugspannungsunterschied besteht. Ist der Boden jedoch ausgetrocknet, kann die Aufnahmefähigkeit anfangs stark vermindert sein, etwa durch wasserabweisende (hydrophobe) Bodenoberflächen.
- Vegetation: Wurzeln verbessern Versickerung
- Hangneigung: Gefälle fördert Oberflächenabfluss und mindert die lokale Infiltrierung in den Boden

Versickerungsleistung

- Versickerungsleistung von $0.5 - 2 \text{ l/min/m}^2$ ist ein Durchschnittswert eines Humusierten und bewachsenen Boden. Wir machen unseren Versuch mit 3 Liter auf die Minute und auf einer Ringfläche von $0,0707 \text{ m}^2$. Der Versickerungsring muss in etwa 5-10 cm im Boden eingedrückt sein und kann, wenn dies nicht möglich ist mit Ton abgedichtet werden.

Bedeutung und Wichtigkeit von Versickerung

- Grundwasserneubildung
- Reinigung von Regenwasser oder Oberflächenwasser (natürlicher Filter)
- Schutz vor Überflutung & Erosion, je mehr lokal/dezentral versickert

Typische Probleme für die Versickerung

Boden zu verdichtet, Wasser staut sich und kann nicht versickern

Oberflächenabfluss bei versiegelten Flächen

Tonige Schichten können Wasser stauen

Baumassnahmen oder Verdichtungen durch schwere Maschinen verändern Bodenstruktur negativ

Die Versickerung in naturnahen Umgebungen ist deutlich höher als in einer Siedlung. Dadurch gelangt mehr Wasser in die Kanalisation und zu den Kläranlagen (ARA). Diese müssen dann oft bei Starkregenereignissen ihren Notüberlauf nutzen, der ungeklärtes Wasser in Flüsse und Seen leitet. Sauberes Regen- und Oberflächenwasser sollte deshalb immer lokal und dezentral versickert werden, damit es natürlich gereinigt wird und nicht die Kanalisation belastet.

So wird der natürliche Wasserkreislauf, auch in der Siedlung, so gut wie möglich wieder geschlossen. Ein naturnaher Wasserkreislauf in urbanen Bereichen hilft, Überschwemmungen zu reduzieren, Grundwasser anzureichern und die Wasserqualität zu verbessern.

WärmeforscherIn – Zyklus 2

Material für den Versuch:

- WärmeforscherIn, Zyklus 2 (grün) - Arbeitsblatt
- Klemmbrett je Gruppe
- Stifte je Gruppe
- Wärmebildkamera oder Infrarotlaser- Oberflächentemperatur Messegerät

Gruppengrösse/ Zeitaufwand:

2-6 SuS pro Gruppe möglich

Gesamthaft ca. 15 min.

- 5 min. Einführung
- 10 min. Messen und Ausfüllen des Arbeitsblatts

Kompetenzen nach Lehrplan 21

Der Posten der **WärmeforscherIn** behandelt folgende Kompetenzen gemäss Lehrplan21.

Natur, Mensch und Gesellschaft

2 | *Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten*

6. Die Schülerinnen und Schüler können Einflüsse des Menschen auf die Natur einschätzen und über eine nachhaltige Entwicklung nachdenken.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erleben, wie unterschiedlich sich Oberflächen je nach Material, Farbe und Besonnung erwärmen können und diese abgeben können. Dabei erkennen sie, dass dunkle und oft vom Menschen geprägte Oberflächen deutlich höhere Oberflächentemperaturen aufweisen als begrünte oder naturnahe Oberflächen. Sie verstehen, dass menschliches Handeln das Mikroklima direkt beeinflusst und naturnahe Gestaltung einen wichtigen Beitrag zur Hitzeminderung und damit zur nachhaltigen Entwicklung leisten kann.

3 | *Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen*

2. Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Energie und Energieumwandlungen im Alltag erkennen, beschreiben und reflektiert handeln.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS untersuchen, wie Sonnenenergie verschiedene Oberflächen unterschiedlich stark erwärmt. Sie erkennen, dass Sonnenstrahlen (Infrarotstrahlung) als Energiequelle eine grosse Wirkung haben, die bei dunklen Materialien mehr Wärme erzeugt als bei hellen oder grünen lebendigen Oberflächen (wie Pflanzflächen = Evapotranspiration). Dadurch entwickeln sie ein erstes Verständnis dafür, wie die Wärmestrahlung der Sonne auf der Erde in fühlbare Wärme umgewandelt wird und wie diese, je nach Material, Farbe und Besonnung, wieder an die Umgebung abgegeben wird. Technische Hilfsmittel wie z. B. eine Wärmebildkamera machen diesen Prozess sichtbar und unterstützen das Verständnis.

4 | *Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären*

4. Die Schülerinnen und Schüler können Wetterphänomene beobachten, sich über Naturereignisse informieren sowie entsprechende Phänomene und Sachverhalte erklären.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS erkennen, dass Wärme nicht sichtbar ist und nur durch technische Hilfsmittel oder durch das Spüren mit unseren Sinnen erlebbar und fassbar gemacht werden kann. Sie erkennen, welche Oberflächen sich stark erwärmen können, insbesondere, wenn sie der Sonne ausgesetzt sind, und auch danach noch Wärme abgeben.

Dadurch verstehen sie, wie wichtig es ist, verschiedene Materialien gezielt zu wählen und geeignete Materialien an Orten einzuplanen, an denen sich Menschen aufhalten, um dadurch kühle, schattige und begrünte Aufenthaltsorte zu schaffen.

Dies trägt wesentlich zum Wohlbefinden bei besonders während extremer Hitzeperioden, die nicht nur Hitzetage, sondern auch Tropennächte mit sich bringen, und ist vor allem für Kinder sowie ältere Menschen von grosser Bedeutung.

5 | Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschliessen, einschätzen und anwenden

3. Die Schülerinnen und Schüler können Bedeutung und Folgen technischer Entwicklungen für Mensch und Umwelt einschätzen.

Bezug zur Kompetenz

Die SuS können kurz und einfach erklären, dass eine Wärmebildkamera die Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) sichtbar macht, die ein Objekt abgibt. Sie wandelt also unsichtbare Wärmestrahlung in ein Farbbild um, meist dargestellt in einem Spektrum von Blau (kühler) bis Rot (wärmer).

Wärmebildkameras werden in verschiedenen Alltagssituationen oder von HandwerkerInnen eingesetzt, z.B. um Kältebrücken zu erkennen oder Leitungen im Fussboden sichtbar zu machen.

Sie kann uns auch im Winter zeigen, an welchen Stellen unser Körper am meisten Wärme verliert (etwa am Kopf), und warum es daher sinnvoll ist, eine Mütze zu tragen.

Bezug zur Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Durch das Beobachten und Messen von heissen und kühlen Flächen entwickeln die SuS ein Verständnis dafür, wie unsere gebaute und natürliche Umgebung die Temperatur beeinflusst. Sie erkennen, dass Materialien, Farben, Oberflächen und Begrünung eine zentrale Rolle für das Mikroklima und unser Wohlbefinden spielen. Mit Hilfe technischer Hilfsmittel wie Wärmebildkameras werden unsichtbare Wärmestrahlung sichtbar gemacht und Zusammenhänge greifbar. Die SuS lernen, wie Begrünung, Schatten und durchdachte Materialwahl helfen können, kühle Aufenthaltsorte zu schaffen und Hitze in Siedlungen und Aufenthaltsorten zu mindern.

Sie reflektieren, warum es wichtig ist, unsere Umgebung klimaangepasst, gerecht und zukunftsorientiert zu gestalten, besonders mit Blick auf verletzte Gruppen wie Kinder oder ältere Menschen. So entwickeln sie ein Bewusstsein für nachhaltiges Handeln im Alltag und im Umgang mit dem öffentlichen Raum.

Lernziele für den Posten WärmeforscherIn

- Die SuS können ausgewählte Materialien und Oberflächen benennen, die besonders viel Wärme an die Umgebung abgeben und dadurch die Umgebungstemperatur erhöhen können.
- Die SuS können schildern, warum helle Oberflächen oder bepflanzte Flächen zu einem angenehmeren und kühleren Mikroklima beitragen können.

Arbeitsauftrag:

Die SuS erforschen die Wärme, die von Materialien oder Oberflächen ausgestrahlt wird. Mit einem Infrarot-Oberflächentemperatur-Messgerät wird diese Wärme messbar gemacht. Die Messdaten tragen sie in eine Forschungstabelle ein.

Zusätzlich wird dieselben Bereiche mit der Wärmebildkamera durch die Lehrperson visualisiert. Auf dem Farbbild, meist in einem Spektrum von Blau (kühl) bis Rot (warm) erkennen die SuS visuell und umfassender, welche Flächen besonders viel Wärme abstrahlen im Vergleich zu den benachbarten Flächen.

Die SuS sollen das Infrarot-Messgerät nach der Einführung selbstständig bedienen und die Temperaturwerte korrekt ablesen können. Als Einführung des Gerätes dürfen gerne kontrastreiche Materialien mit der Wärmebildkamera gezeigt werden (Weiss Vs. Schwarzes T-Shirt).

Postenablauf

Wann? (Zeit)	Was? (Thema, Inhalt)	Wie? (Soz.Form/Methode)	Womit? (Hilfsmittel)
1 min.	Einführung in den Posten WärmeforscherIn, Verteilung Arbeitsblatt	Plenum, mündliche Erklärung	Arbeitsblatt Zyklus 2
4 min.	Einführung in Infrarotlaser Messgerät: Regeln erklären, Handhabung zeigen, 1 Beispiele gemeinsam durchführen, Vorführung der Wärmebildkamera: als Ergänzung zu den jeweiligen Messungen oder Überblick Verschaffung, vorrangig durch Lehrperson. Besprechung und durchgehen der Checkliste des Forschungsmaterial	Plenum, Lehrerdemonstration	Wärmebildkamera
1 min.	Aufgabe erklären mit dem Aufgabenblatt WärmeforscherIn 2 Zyklus	Plenum, Kurzbesprechung	Arbeitsblatt Zyklus 2
8 min.	SuS messen selbstständig mit Unterstützung der Lehrperson an verschiedenen Orten gemäss Arbeitsblatt. Lehrperson hält Zeitmanagement im Blick.	Gruppenarbeit (2–6 SuS), begleitet durch Lehrperson,	Wärmebildkamera, Arbeitsblatt Zyklus 2 Stift, Klemmbrett
2 min.	Abschluss Besprechung: Reflektieren Nachdenken über Wärme, Nachfragen und Gründe eruieren, Wichtige Erkenntnisse werden hervorgehoben, Nachfragen wärmstes und kältestes Material und Gründe dafür,	Sitzkreis mit Arbeitsblatt, Plenumsgespräch	Arbeitsblatt Zyklus 2

Notizen

Erläuterung für Lehrpersonen:

Oberflächentemperatur

- Die Kamera misst die Infrarotstrahlung, die von der Oberfläche eines Objekts ausgeht.
- **Sonne:** Direktes Sonnenlicht erwärmt Oberflächen stärker.
- **Material:** Asphalt wird heisser als Gras. Grund dafür sind der Albedo-Effekt (Asphalt reflektiert weniger Sonnenlicht) und die Wärmespeicherfähigkeit (Asphalt nimmt mehr Wärmeenergie auf und gibt sie schneller wieder ab als Wasser, aber langsamer als gewisse Metalloberflächen). Wasser wirkt ausgleichend und kann durch Evaporation kühlen.

Wärme: Wärme selbst kann man nicht sehen, aber ihre Auswirkungen spüren.

- Wir messen die abgestrahlte Wärme des Materials

Sonneneinstrahlung

- Sonnenstrahlen erwärmen Körper (Menschen, Materialien, Luft) durch **Absorption von Strahlungsenergie**.
- Dunkle Oberflächen (z. B. Asphalt) speichern mehr Wärme als helle (z. B. weisse Fassade, Rasen oder andere helle Oberflächen).
- Schwarze oder dunkle Flächen nehmen mehr Sonnenstrahlen auf (Absorption) und geben weniger Licht zurück (Reflexion). Dadurch speichern sie mehr Wärme als helle Flächen, die das Sonnenlicht stärker reflektieren. Und führt zur Erhöhung der gefühlten Temperatur.

Evapotranspiration

Ist wenn Wasser aus dem Boden und über Pflanzen in die Luft verdunstet wird.

Sie setzt sich aus zwei Prozessen zusammen:

- **Evaporation:** Verdunstung von Wasser direkt vom Boden oder von Oberflächen (z. B. nasser Asphalt, Blätter, Erde)
- **Transpiration:** Abgabe von Wasserdampf durch die Blätter der Pflanzen über kleine Öffnungen (Stomata)

Pflanzen kühlen aktiv über beide Prozesse. Die Transpiration über Wasserdampf ist dabei besonders effektiv, da unbewegte Wasseroberflächen nur wenig Wasserdampf erzeugen und somit wenig zur Kühlung beitragen. Bäume hingegen können über unzählige Blattöffnungen gleichzeitig kühlen. Diese Form der Kühlung, Evapotranspiration (Wasserverdunstung) genannt, funktioniert ähnlich wie das Schwitzen beim Menschen.

Wärmebildkamera

Eine Wärmebildkamera (auch Thermalkamera) zeigt die Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung), die Objekte abhängig von ihrer Temperatur abgeben. Sie macht also unsichtbare Wärmestrahlung sichtbar, indem sie diese in Farben (oft blau zu Rot) umwandelt. Sie helfen Energieverluste zu erkennen, Überhitzung zu vermeiden.

Auswirkungen von Hitze auf den Körper

Bei Hitze steigt die Körpertemperatur, der Körper versucht, sich durch Schwitzen abzukühlen. Der Kreislauf kann belastet werden: man fühlt sich müde, unwohl oder bekommt Kopfschmerzen. Bis zu Hitzekrämpfe, Hitzeerschöpfung oder Hitzeschlag. Kinder und ältere Menschen sind besonders empfindlich gegenüber starker Hitze.

Anhang 6) Verortung Posten Kreuzgut

Verortung der Posten

VersickerungsforscherIn

- Ringposition
- 1 Pflanzfläche
- 2 Asphalt
- 3 Rasenfläche

BodenforscherIn

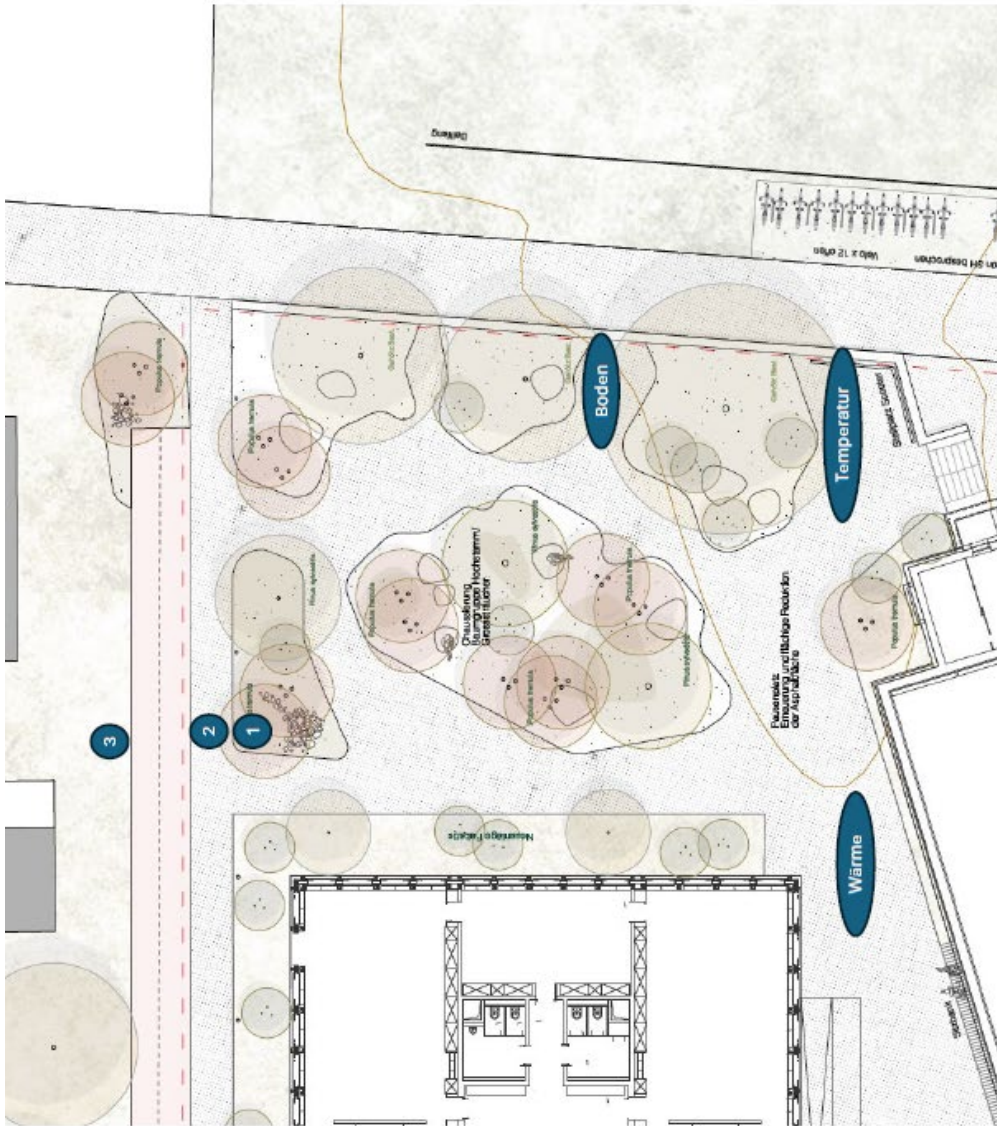
- 3 PET Flaschen

WärmeforscherIn

- Wärmebildkamera oder Infrarotlaser
- Oberflächentemperatur Messegerät

TemperaturforscherIn

- Extech
- Temperaturmessgerät, Hitze stress



Anhang 7) Fotodokumentation Pilotanwendung







