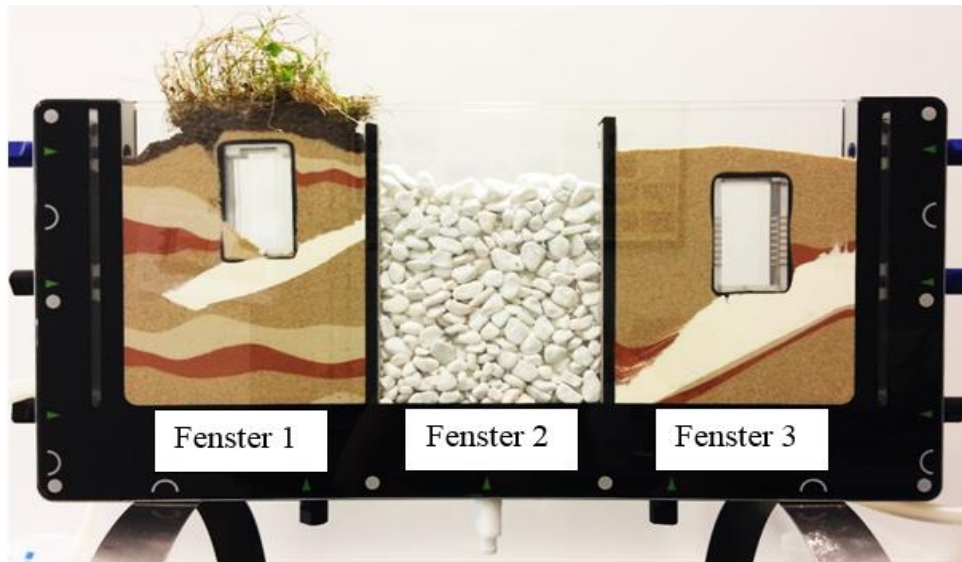


Anleitung für die Modellierung von Grundwasser mithilfe des Geowindows

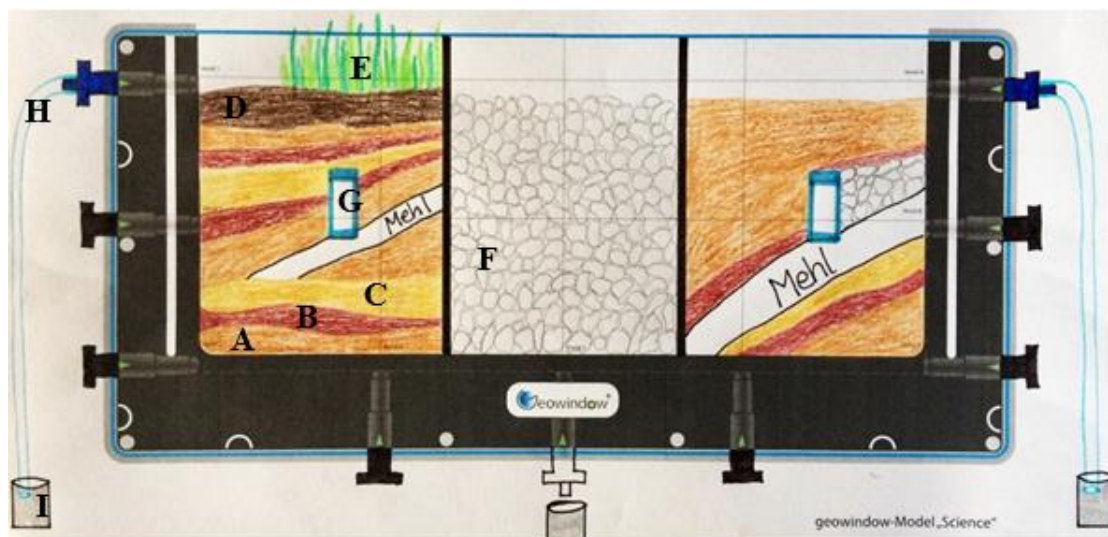
1) Rahmenbedingungen

Titel: „Dem Wasser auf der Spur“

Untertitel: „Was passiert mit dem Regentropfen, wenn er auf die Erde fällt“



Skizze des Versuchsaufbaus und Stellung der Ventile:



A= Sand	D= Erde	G= Zisterne
B= roter Sand	E= Grasnarbe	H= Schlauch
C= Vogelsand	F= weißer Kies	I= Becher

Alter/ Klassenstufe:

- 8-13 Jahre, Klasse 3-7

Unterrichtlicher Kontext:

Themenbereiche, bei denen sich die Modellierung von Grundwasser anbietet

- Globaler Wasserkreislauf
- Naturereignisse (z.B. Hochwasser/Sturmfluten)
- Umweltkatastrophen (z.B. Havarie eines Öltankers)

2) Modellierungsprozess

Materialien: Für die Modellierung werden folgende Materialien benötigt

Materialien für die Befüllung	Materialien aus dem geowindow Koffer	
Sand	geowindow	Trichterreiter
Vogelsand	2 Ständerbögen	Schlauch
Roter Sand	2 Trennwände	Schlauch mit Kanülen Anschluss
Weißer Kies	6 schwarze Ventile	Kanüle
Erde	2 blaue Durchlassventile	Magnete
Mehl	1 weißes Ventil	Stößel
Grasnarbe		

Zusätzliche Materialien	
Regenmacher	Folienstifte
4 Becher/Behälter	(Wasser)
Trichter	Kleiner Metallstab
Blaue und rote Lebensmittelfarbe	Skizze für die Modellierung
Spritze	Kleiner Becher
2 Zisternen	

Didaktisch-methodische Überlegungen- Vorgehen im Unterricht:

Vor dem eigentlichen Modellierungsprozess von GW sollte ein adäquater Einstieg in den Unterricht erfolgen. Außerdem ist es wichtig, während des Modellierungsprozesses das Mitwirken der SuS zu fördern. Wie ein mögliches Vorgehen im Unterricht aussehen kann, wird im Folgenden erläutert.

Einstieg:

- SuS schließen die Augen; Lehrkraft erzeugt ein Regengeräusch und dreht anschließend den Wasserhahn auf → Welchen Prozess durchläuft der Regen, bis er letztendlich bei uns aus dem Wasserhahn sprudelt?
- Lehrkraft leitet über zur Grundwasserneubildung → Abfragen von Alltagsvorstellungen anhand eines Arbeitsblattes, auf das die SuS den Grundwasserneubildungsprozess skizzieren sollen
 - Was sind Alltagsvorstellungen? Mehr dazu auf: http://www.sibylle-reinfried.ch/files_publi/reinfried_2006-alltagsvorstellungen.pdf
- Besprechen der Skizzen und Klärung von Fragen

Modellierung:

- die Modellierung beginnt mit der Befüllung des geowindows → die SuS befüllen mithilfe der Versuchsaufbauskizze das geowindow Schritt für Schritt
- anschließend erklärt die Lehrkraft, was in den verschiedenen Abschnitten gezeigt wird → Frage: „Wo versickert der Niederschlag am schnellsten?“
- Lehrkraft lässt es über Fenster 1 regnen → Eine/r der SuS hat die Aufgabe, alle 3 Sekunden in die Hände zu klatschen. Immer wenn das Klatschen ertönt, zeichnet der/die andere SuS mit dem Foliienstift eine Linie dorthin, wo sich das versickerte Wasser zu dem Zeitpunkt befindet. Ein/e weiterer SuS ist für den Schlauch verantwortlich, der sich links vom geowindow befindet. Diese/r SuS sollte darauf achten, dass das abfließende Wasser in den Becher fließt.
- das gleiche Vorgehen wird in Fenster 3 wiederholt
- Hier wird näher auf die Zisterne eingegangen, indem mit der Kanüle der Zisterne Wasser entzogen wird (Funktionsweise eines Brunnens wird modelliert)
- Im Anschluss lässt es die Lehrkraft über dem mittleren Fenster regnen → Grundwasserspiegel wird sichtbar
- Frage: „Habt ihr schon einmal in Grundwasser gebadet?“ → Baggersee wird modelliert → SuS erkennen, dass Baggerseen aus Grundwasser bestehen

- nächste Frage: „Warum kann man das Grundwasser aus dem Baggersee nicht trinken? → Überleitung zur Grundwasserverschmutzung
- Mit der Lebensmittelfarbe wird Grundwasserverschmutzung modelliert
- Frage: „Welche Schadstoffe verunreinigen das Grundwasser?“
- Zuletzt wird das blaue Wasser aus dem mittleren Fenster abgelassen → SuS erkennen, dass keine Höhle zurückbleibt, sondern sich das Wasser in den Poren Hohlräumen gesammelt hat

Reflexion:

- kritische Reflexion bezüglich des Modellierungsprozesses → hierbei sollte unbedingt auf den Vergleich zwischen Modell und Wirklichkeit eingegangen werden

Das kann beobachtet werden:

- Versickerungsprozess in Gebieten mit unterschiedlicher Bodenmächtigkeit

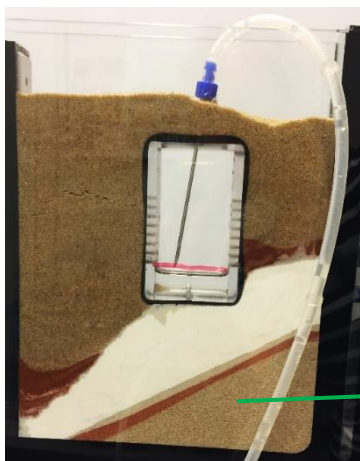
Vergleich von Fenster 1 und 3:

- In Fenster 1 bildet sich mehr Abfluss (Wichtiger Faktor)
- In Fenster 3 versickert das Wasser viel schneller (Linien sind weiter auseinander)

Wasser versickert so tief, bis es auf die Mehlschicht trifft

Fenster 3:

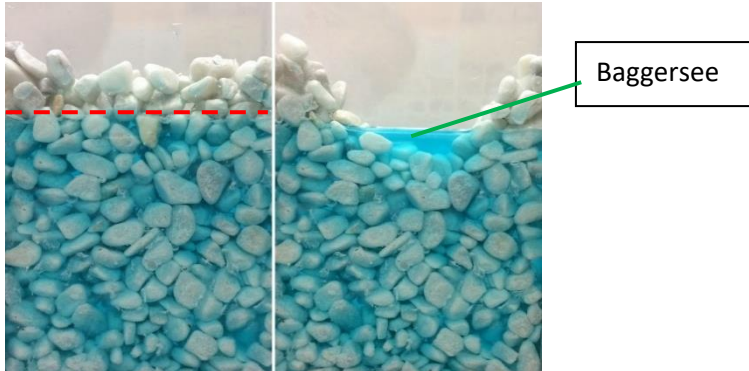
- zu hohe Entnahme an Grundwasser lässt den Brunnen trockenfallen



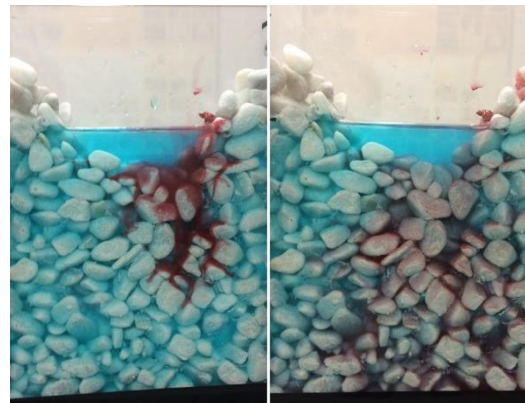
trockener Sand →
Mehlschicht stoppt den
Versickerungsprozess

Fenster 2:

- Wasser versickert sehr schnell; Grundwasserspiegel wird erkennbar (rote Linie);



- Wasser von der Mitte wandert in Fenster 3 → Wasser steigt links von der Zisterne langsam nach oben auf und korrespondiert letztlich mit dem Grundwasserspiegel aus der Mitte (Adhäsions- und Kohäsionskräfte)
- SuS erkennen, dass Baggersees aus offen gelegtem Grundwasser bestehen
- Schadstoff (rote Farbe) breitet sich sehr schnell und weitläufig aus
- während das blaue Wasser abgelassen wird, beobachten die SuS, dass keine Höhle zurückbleibt



Hinweise zur Modellierung:

Damit während der Modellierung keine Komplikationen auftreten, sollten folgende Hinweise beachtet werden:

- Rutschmatte als Unterlage verwenden und Trennwände am Anfang einbauen
- Richtige Ventile benutzen
- beide Schläuche an die blauen Ventile anstecken und die Schläuche in einen Becher enden lassen
- Becher unter das weiße Ventil stellen
- zur Befüllung Trichter immer mit dem Trichterreiter verwenden
- Mehlschicht muss ein Gefälle aufweisen

- Mehl- und Erdschicht müssen mit dem Stößel komprimiert werden
- die Zisternen sollten ungefähr auf gleicher Höhe sein
- Zisternen relativ nah an der Oberfläche einbauen
- letzte Schicht in Fenster 1 und 3 muss unterhalb der Ventilöffnung liegen
- In Fenster 3 nur rechts von der Zisterne Niederschlag erzeugen
- Kanüle wird mit dünnem Schlauch und Spritze verbunden
- Wasser aus dem Regenmacher sollte nicht außen an die Vorderseite des geowindows gelangen
- Mulde für den Baggersee mithilfe des Metallstabs „graben“
- rote Lebensmittelfarbe mit etwas Wasser verdünnen und anschließend in das geowindow gießen
- direkte Reinigung nach der Benutzung

Modell und Wirklichkeit:

Die Modellierung von GW mithilfe des geowindows entspricht nicht exakt der Realität. Es werden nur die wesentlichen Eigenschaften dargestellt, die zum Verstehen der Grundwasserthematik notwendig sind. Details, die im geowindow nicht der Realität entsprechen werden im Folgenden aufgezeigt:

- Mehl= Grundwassernichtleiter
- die Sandarten stellen die verschiedenen Boden- und Gesteinsschichten dar
- die Blaufärbung des Wassers verstärkt den Kontrast zum weißen Kies
- rote Lebensmittelfarbe= Schadstoff
- Entstehung des Baggersees läuft komplexer ab
- Kanüle= Bohrloch

3) Räumlicher Transfer- fachliche Prinzipien- mögliche Anschlussaktivitäten

Transfer auf den Raum:

Grundwasservorkommen sind fast ausschließlich dort anzutreffen, wo sich im Untergrund Grundwasserleiter befinden. Demnach kann sich GW nur in Gebieten neu bilden, deren Böden wasserdurchlässige Gesteine aufweisen. Ausnahme bilden hier Grundwasservorkommen, die von Grundwasserstauern überdeckt sind. Sie entstehen durch unterirdischen Zufluss.

Grundwasserkontamination entsteht häufig durch die Landwirtschaft und die Industrie. Als Fallbeispiel eignet sich das Atomunglück von Fukushima.

Fachliche Prinzipien:

Aus fachlicher Sicht kann durch die Modellierung von Grundwasser mithilfe des geowindows die Grundwasserneubildung in Gebieten mit unterschiedlichen Böden verstanden werden. Den SuS wird ein Einblick in die unter der Erdoberfläche ablaufenden Prozesse gewährleistet. Zudem wird die Funktionsweise eines Brunnens und die Grundwasserkontamination modelliert. Anhand der Modellierung der Grundwasserverschmutzung verstehen die SuS, welche Auswirkungen ein Schadstoff auf das Grundwasser haben kann.

Mögliche Anschlussaktivitäten:

Im Anschluss an die Grundwassermodellierung eignen sich folgende Themen(-bereiche)

- Vertiefung der Problematik der Grundwasserverschmutzung anhand eines Fallbeispiels
- Filterleistung von Korngrößen
- Karstmorphologie- Karst Wasserhaushalt
- Trinkwasserknappheit in Afrika trotz großer Grundwasservorräte

