

## Die Räume dazwischen - Gestein ist porös

### Wir erforschen die Zwischenräume eines Versuchs“gesteins“

Bereiten Sie ein Versuchssediment“gestein“ vor. Legen Sie dazu kugelförmige Gegenstände der gleichen Größe in einen geeigneten Behälter (z.B. in einen kleinen Eimer). Die Gegenstände können Obst, Kugeln (Murmeln), Metallkugeln (z.B. Kugellagerkugeln) o.ä. sein. Diese stellen die Körner dar, aus denen ein Sedimentgestein besteht, z.B. Sandkörner in einem Sandstein. Setzen Sie an der inneren Eimerwand eine Markierung an der obersten Kante der Gegenstände.

Geben Sie nun Wasser hinzu, um alle Räume zwischen den „Körnern“ zu füllen (Falls die Gegenstände auftreiben, dann sollten sie z.B. mit der Hand (s. Foto) oder einem Maschendraht unten gehalten werden).

Gießen Sie das Wasser in einen Behälter ab, dessen Volumen bekannt ist, z.B. ein Messbecher oder eine 2l-Trinkflasche. Notieren Sie die Wassermenge, die benötigt wurde ( $W_1$ ). Entfernen Sie nun alle Gegenstände. Befüllen Sie den Behälter bis zur Markierung mit Wasser ( $W_2$ ) und messen Sie so das Volumen des Behälters vom Boden bis zur Markierung.

Die Porosität wird als Raum zwischen den Körnern im Vergleich zum Gesamtvolumen gemessen. Diese wird in Prozent wie folgt angegeben: z.B.  $W_1 / W_2 \times 100\%$ . In dem Beispiel, in dem Orangen in einem Eimer verwendet werden (siehe Abb. 1), betragen die Werte  $W_1 = 700$  ml;  $W_2 = 1900$  ml = 36.8% Porosität.

Wiederholen Sie den Versuch und verwenden Sie dabei eine abgemessene Menge losen, trockenen Sand in einem durchsichtigen Plastikbehälter. Geben Sie eine bekannte Menge Wasser hinzu, bis der Sand gerade mit Wasser bedeckt ist. Lassen Sie das Wasser in Ruhe einsickern. Messen Sie die Wassermenge, die nötig ist, um den Sand zu „sättigen“. In dem Beispiel auf Abb. 2 waren die Werte  $W_1 = 160$  ml;  $W_2 = 500$  ml = 32.0% Porosität.



Abb. 1: In einem Behälter mit Orangen wird die Porosität gemessen.

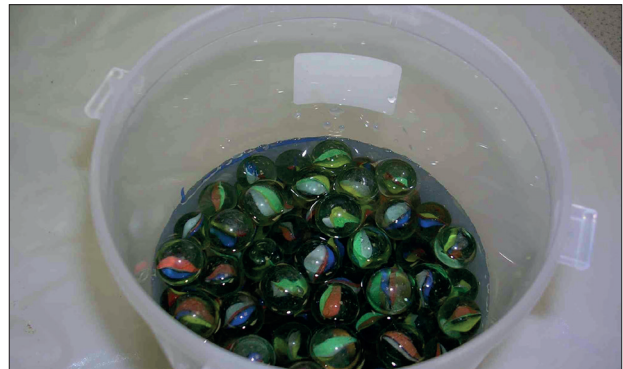


Abb. 2: In einem Behälter mit Murmeln wird die Porosität gemessen.



Abb. 3: In einem Behälter mit losem Sand wird die Porosität gemessen. (alle Fotos: Peter Kennett)

Folgendermaßen können Sie die SuS noch mehr an dem Versuch beteiligen: wenn ein Behälter voll mit Kugeln ist, fragen Sie: „ist der Behälter voll?“ Wenn die SuS mit „ja“ antworten, dann geben Sie das Wasser dazu und zeigen so, dass noch sehr viel Platz im Behälter war.

Bevor Sie das Wasser hinzugeben, können Sie die SuS auch fragen, wie viel Wasser wohl hinzugefügt werden muss. Viele werden überrascht sein, wie viel Wasser noch hinein passt.

Natürlicher Sandstein hat eine Porositätsrate, die um 50% schwankt. So ist in diesem Gestein ausreichend Raum für Wasser, Öl oder Gas vorhanden. Natürliches Tongestein kann eine Porositätsrate von mehr als 80% haben - dieses ist allerdings sehr oft undurchlässig, da die Zwischenräume so klein sind, dass Wasser nicht eindringen kann.

## Der Hintergrund:

### Inhalt:

Untersuchung der Porosität an großmaßstäblichen Modellen von Sedimentgestein, indem die Zwischenräume mit einer bekannten Menge Wassers aufgefüllt werden.

### Lernziele:

Die Schüler und Schülerinnen können:

- Die Porosität an einem Modell im Klassenraum testen;
- Den prozentualen Anteil der Porenräume berechnen;
- Erklären, warum einige Gesteine porös sind;
- Ihre Kenntnisse von Gesteinsporen auf die Umwelt anwenden, so wie etwa bei Öl- und Gasvorkommen oder wie bei Gesteinen, die Wasser führen (Wasser führende Schichten);
- (im Zusammenhang mit anderen Versuchen aus den Earthlearningideas) den Unterschied zwischen Porosität und Durchlässigkeit erklären.

### Kontext:

Wasser-, Öl- und Gasvorkommen unter Erde hängen davon ab, ob poröses Gestein vorhanden ist oder nicht und ob dieses Gestein Flüssigkeiten in seinen Zwischenräumen halten kann.

Die Stunde könnte ein Teil einer Untersuchung in Geographie oder den Naturwissenschaften sein, könnte aber auch verwendet werden, um zu vermitteln, warum in dem eigenen Land gute Grundwasservorkommen oder Öl- und Gaslagerstätten existieren oder warum sie eben nicht existieren.

### Mögliche Anschlussaktivitäten:

SuS können ihre Erfahrungen mit echtem porösem Gestein erweitern, indem sie vorsichtig und langsam Wasser auf verschiedene Beispielgesteine tröpfeln und beobachten, wie viel Zeit das Wasser zum Eindringen benötigt. Auf diese Weise können die SuS eine Rangordnung nach Porosität aufstellen.

Wenn die Ausstattung vorhanden ist, kann die Porosität von Gestein noch präziser wie folgt gemessen werden: Die Gesteinsprobe wurde gründlich getrocknet, z.B. in einem Ofen, und wurde dann gewogen (in Gramm), bevor und nachdem sie für einige Tage in Wasser gelegt wird. Da die Dichte von Wasser 1 g pro ml beträgt, ist der numerische Wert der Wassermasse, die vom Gestein aufgesaugt wird, gleich groß wie der gewogene Masseunterschied des Gesteins vor und nach dem Eindringen.

Das Volumen der Gesteinsprobe kann ermittelt werden, indem man diese in eine dünne Plastikfolie wickelt und in einen Messbecher taucht, der zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist. Dann muss man beobachten, wie der Wasserstand steigt (in ml).

### Grundlegende fachliche Prinzipien:

- Porosität ist der prozentuale Anteil von Zwischenräumen in einem Stoff. (Gestein, das gute Eigenschaften hat, Öl, Gas und Wasser zu halten, hat oft eine Porositätsrate um 15%).
- Die theoretisch maximale Porositätsrate von Kugeln, die genau über einander gestapelt sind (einfaches hexaedrisches Stapeln), beträgt 48%.
- Die Gesteine mit der höchsten Porosität sind gut sortierte Sandsteine (mit Körnern ähnlicher Größe).
- Öl, Gas und Wasser werden in den Gesteinszwischenräumen festgehalten und bilden i.d.R. keine Seen unter der Erde.
- Ein Gestein kann als Lagerstätte dienen, wenn die Poren mit einander verbunden sind. So können sich die Flüssigkeiten innerhalb des Gesteins bewegen. Dies wird „effektive Porosität“ genannt.
- Porosität ist der prozentuale Anteil der Zwischenräume in einem Gestein. Durchlässigkeit (Permeabilität) wird gemessen anhand der Durchflussrate von Wasser durch Gestein.

### Denken lernen:

- Mehrere verschiedene Stoffe können ausprobiert werden, um so ein Porositätsmuster zu erstellen (Muster erkennen).
- Es entsteht ein kognitiver Konflikt, wenn eine Porositätsmessung zu einem von den SuS völlig unerwartetem Ergebnis führt.
- Metakognition wird gefordert, wenn die SuS nach Gründen suchen.
- Die Ergebnisse auf wirtschaftliche Zusammenhänge (wie etwa Öl- oder Wasservorkommen) zu übertragen, erfordert Transfer.

### Hilfreiche Links:

Earthlearningidea Versuch 'Modelling for rocks: what's hidden inside and why?' (veröffentlicht im Dezember 2007) und 'Permeability of soils - the great soil race' (veröffentlicht im April 2008).

### Quelle:

Dieser Versuch entstand auf der Grundlage eines drastischeren

### MATERIALLISTE:

- Ein kleiner Eimer und eine angemessene Anzahl (grob-) kugelförmiger Gegenstände, wie etwa Orangen, Murmeln, Kugeln.
- Der unteren Teil einer PET-Flasche und trockener Sand (z.B. ca. 500g)
- Ein Messbecher oder eine Trinkflasche aus Plastik mit bekanntem Volumen
- Wasser
- optional – eine Waage und einen Messbecher
- optional – Proben verschiedener Gesteine

### GEEIGNETES ALTER DER SCHÜLER:

11 - 18 Jahre

### ZEITBEDARF:

ca. 20 Minuten



Versuchs mit dem Titel 'Experiments on porosity and permeability: Part 1'; by D.B. Thompson in Geology Teaching (Now Teaching Earth Sciences) Vol 4.1 March 1979 pp 26 – 31.

**Übersetzung:**

Dipl.-Geogr. Julia Brinkmann

©**Earthlearningidea-Team**. Das Earthlearningidea-Team produziert in regelmäßigen Abständen Unterrichtsideen zu geowissenschaftlichen Themen, die in den Schulfächern Geographie oder Naturwissenschaften mit wenig Kosten und Ressourcen umgesetzt werden können. Eine Online-Diskussion rund um die Idee soll zur Entwicklung eines globalen Unterstützer-Netzwerkes beitragen. „Earthlearningidea“ bekommt nur wenig finanzielle Unterstützung und wird hauptsächlich auf Freiwilligenbasis entwickelt. Auf Copyright-Rechte für das jeweilige Originalmaterial wird verzichtet, so lange die Idee innerhalb von Klassenräumen und Laboren umgesetzt wird. Copyright-Rechte Dritter innerhalb des verwendeten Materials bleiben bestehen. Möchten irgendwelche Organisationen dieses Material verwenden, mögen diese das Earthlearning-Team kontaktieren.

Zwecks Copyright-Rechten Dritter bemühte man sich, die Copyright-Inhaber zu kontaktieren und ihre Genehmigung einzuholen. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf, sollten Sie der Meinung sein, dass Ihre Copyright-Rechte verletzt worden sind. Wir sind dankbar für alle Informationen, die uns helfen, unsere Angaben auf dem aktuellen Stand zu halten.

Wenn Sie irgendwelche Schwierigkeiten mit der Lesbarkeit der Dokumente haben, kontaktieren Sie bitte das Earthlearning-Team zwecks weiterer Hilfe.

**Kontakt zum Earth-Learning-Team: [info@earthlearningidea.com](mailto:info@earthlearningidea.com)**

Zu **Fragen** bezüglich der **deutschen Übersetzung: Dirk Felzmann: [felzmann@uni-landau.de](mailto:felzmann@uni-landau.de)**