

# Experimente

Anweisungen und Beschriebe

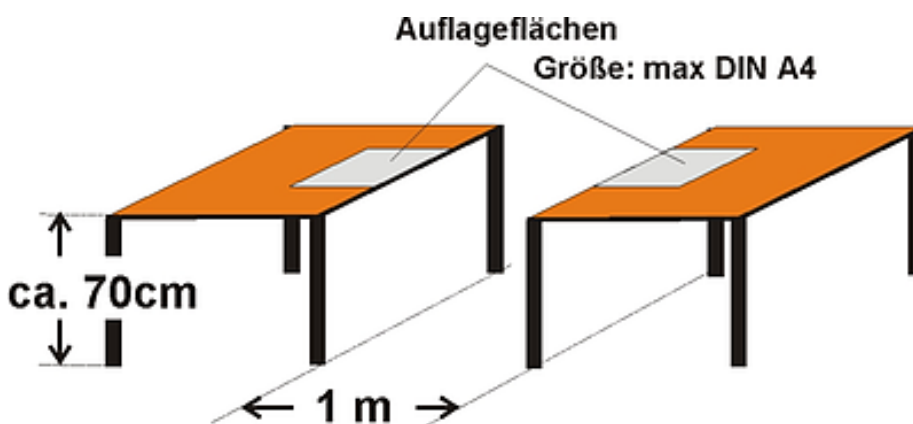


1/9

## Papier-Brücke

### Aufgabe:

Konstruiere aus Kopierpapier eine tragfähige Brücke, welche einen Meter Spannweite aufweist! Dabei musst du ohne Leim, Schnur oder sonst einer Hilfe auskommen – lediglich das Papier ist erlaubt. Bedenke, dass die Brücke auch bei den Auflageflächen nicht beschwert oder befestigt werden darf.



### Überlegungen/Lösungsansätze zum Experiment:

---



---



---



---



---



---



---

# Experimente

Anweisungen und Beschriebe



2/9

## Beton – Untersuchen der Gesteinskörnungen

Die Qualität einer Betonmischung hängt nicht unwesentlich von der verwendeten Gesteinskörnung ab. Bei einer guten Gesteinskörnung sind vor allen Dingen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Körnern so gering wie möglich. So lässt sich ein Beton herstellen, der relativ wenig Zementleim enthält. Dieser Versuch soll dir verdeutlichen, wovon der Hohlraumgehalt einer Gesteinskörnung abhängig ist.

### Material:

Du benötigst folgende Materialien:

- drei gleich grosse Gläser
- eine Gesteinskörnung der Korngruppe 0,5/1
- eine Gesteinskörnung der Korngruppe 4/8 (es sind auch andere Korngrößen einsetzbar)
- eine gemischtkörnige Gesteinskörnung
- gegebenenfalls einen Siebsatz, um die Gesteinskörnungen herauszusieben
- eine Waage (vorzugsweise eine Balkenwaage)
- evtl. eine Rüttelplatte (nicht zwingend)

### Durchführung:



Die Gesteinskörnungen der Korngruppen 0,5/1 und 4/8 füllst du in jeweils ein Glas und verdichtest sie. Beim Betrachten der beiden Gläser erkennst du die Zwischenräume bei der grösseren Gesteinskörnung deutlich. Daher liegt die Vermutung nahe, dass der Hohlraumgehalt bei kleineren Korngrößen (rechts im Bild) geringer ist als bei grösseren Korngrößen (links im Bild).



Um zu testen, ob diese Vermutung zutrifft, bietet sich ein einfaches Verfahren an: Wäge die beiden Gläser.

### Ergebnis und Erklärung

---



---



---

# Experimente

Anweisungen und Beschriebe



3/9

## Hinweis:

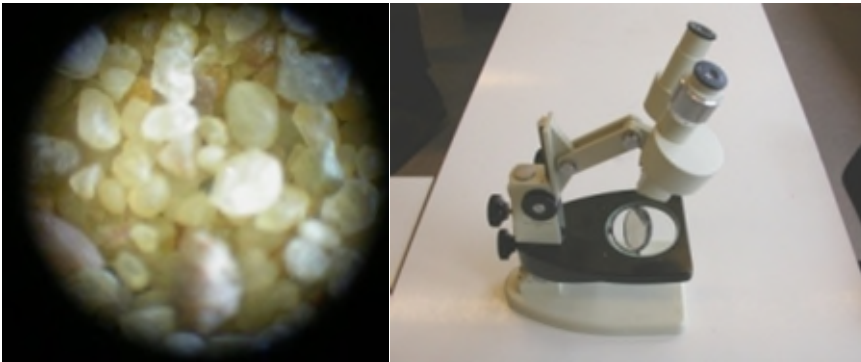
Damit beide Gläser tatsächlich exakt gleich schwer sind, musst du beim Befüllen der Gläser ein wenig nachhelfen.

## Begründung:

Schliesslich kannst du auch nachweisen, warum die beiden Gläser gleich schwer sind. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten:

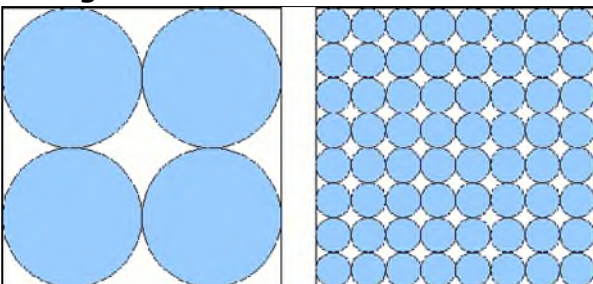
### 1. Möglichkeit:

Du betrachtest eine Probe der kleineren Gesteinskörner unter einem Binokular-Mikroskop.



Nun siehst du die Zwischenräume bei den kleinen Körnern. Es ist erkennbar, dass der Anteil der Zwischenräume etwa genauso gross ist wie bei grösseren Gesteinskörnern.

### 2. Möglichkeit:



Mit der folgenden Abbildung lässt sich das Ergebnis des Versuches auch theoretisch nachweisen:

Jeder Kreis symbolisiert jeweils ein Gesteinskorn. In beiden Abbildungen nehmen die Kreise exakt die gleiche Fläche ein (ca. 78,5% der Gesamtfläche). Das kannst du leicht nachrechnen.

# Experimente

Anweisungen und Beschriebe



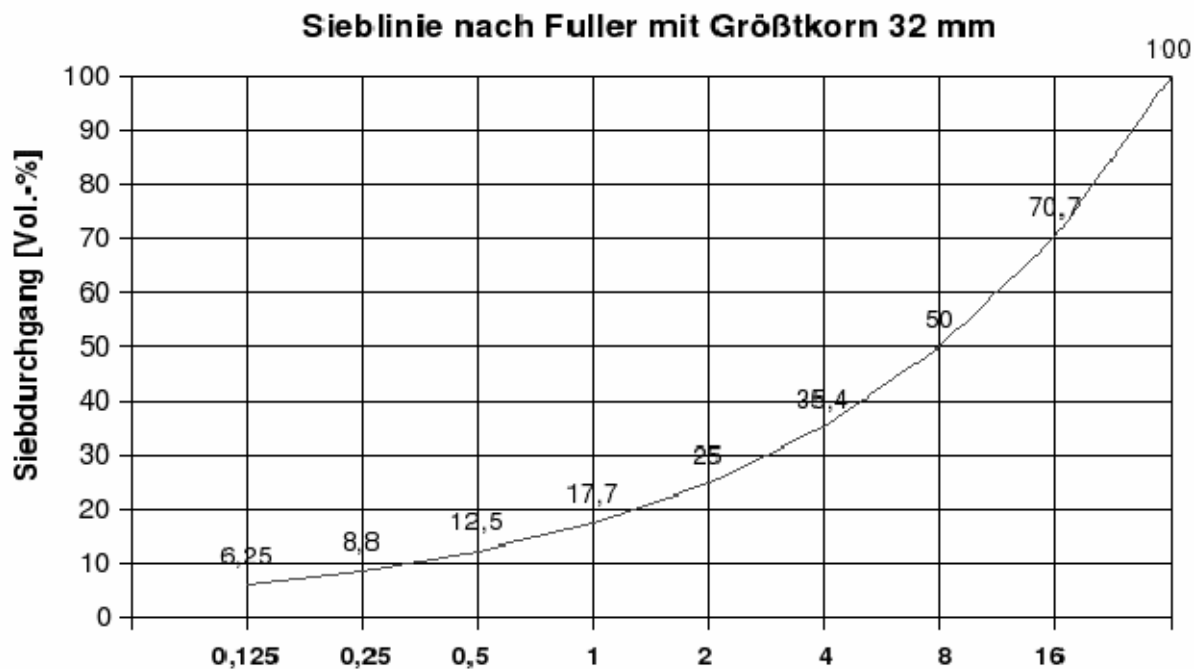
4/9

## Folgerung:

Es ist vollkommen unerheblich, ob du grosse oder kleine Körner verwendest. Das Volumen der Luftzwischenräume ist gleich gross.

Der Hohlraumgehalt verringert sich erst, wenn du eine gemischtkörnige Gesteinskörnung verwendest. Das Glas mit der gemischtkörnigen Gesteinskörnung ist schwerer als die beiden anderen Gläser.

Die theoretisch optimale Sieblinie ist die Fuller-Kurve, die in der folgenden Abbildung dargestellt ist. Hier ist der Hohlraumgehalt (theoretisch) am geringsten.



# Experimente

Anweisungen und Beschriebe



5/9

## Versuch zum Begriff der Dichte (Information für die LP)

Die Dichte ist eine zusammengesetzte Einheit. Dieser Versuch ist eine Möglichkeit, die Dichte eines Bauteils ohne Formel zu ermitteln. Es geht hier in erster Linie darum, den Begriff der Dichte zu verstehen.

### Ziel:

Die Dichte wird in vielen Tabellenbüchern in der Einheit  $\text{kg}/\text{dm}^3$  angegeben. (Die Einheiten  $\text{t}/\text{m}^3$  bzw.  $\text{g}/\text{cm}^3$  sind allerdings häufiger zu finden.) Die Einheit selbst gibt Auskunft, was man unter Dichte versteht. Beispielsweise besagt die Angabe  $0,652 \text{ kg}/\text{dm}^3$ , dass ein bestimmtes Material  $0,652$  Kilogramm pro Kubikdezimeter wiegt.

### Material:

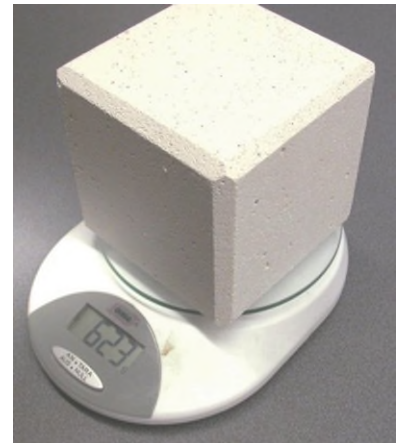
Es werden folgende Materialien benötigt:

- verschiedene Baustoffe, mit den Massen  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  ( $= 1 \text{ dm}^3$ ), z.B.: Holz, Porenbetonstein, Beton etc.
- 1 Waage

### Durchführung:

Das Verständnis von Dichte kann erleichtert bzw. gefestigt werden, wenn man Kubikdezimeter-Würfel herstellt und wiegt. Man kann auf diese Weise ohne komplizierte Rechnungen die Dichte unmittelbar von der Waage ablesen.

Anschliessend kann dann überlegt werden, wie die Dichte errechnet wird, wenn ein Werkstück nicht dem Volumen von einem Kubikdezimeter entspricht. So gelangt man zu der Formel  $\text{Dichte} = \text{Masse} / \text{Volumen}$ .



### Hinweis:

Die Angaben aus Tabellenbüchern weichen teilweise erheblich von den selbst ermittelten Werten ab.

# Experimente

Anweisungen und Beschriebe



6/9

## Versuche rund um Schubkräfte

In einem Betonbauteil können Zugkräfte, Druckkräfte und Schubkräfte auftreten. Während die Begriffe Zug- und Druckkräfte fast selbsterklärend sind, ist häufig nicht ganz deutlich, was Schubkräfte sind und wie sie entstehen. Dieser Versuch führt mithilfe eines Telefonbuches vor Augen, wie Schubkräfte wirken und abgefangen werden können.

### Ziel:

Demonstration der Wirkungsweise einer Schubbewehrung

### Material:

Es werden folgende Materialien benötigt:

- 2 Telefonbücher
- 6–10 Schrauben mit Unterlegscheiben und passenden Muttern
- beim ersten Einsatz: Bohrmaschine und Bohrer

### Durchführung:



Ein Telefonbuch wird gemäss Bild auf zwei Auflager gelegt. Ohne sonstige Belastungen biegt dieses Buch stark durch.



Ganz anders verhält sich ein Telefonbuch, das mit Schrauben zugeschraubt wurde. Es zeigt eindrücklich die Überbrückung von Spannweiten durch Bewehrung. Selbst bei der Belastung von zwei vollen Flaschen biegt das Buch kaum durch.

### Ergebnis:

Die Schrauben, die in das Telefonbuch eingeschraubt wurden, wirken wie eine Schubbewehrung. Es wird hierbei deutlich, dass Schubkräfte an den Rändern vermehrt auftreten.

### Hinweise:

Es ist darauf zu achten, dass die Schrauben ausreichend fest angezogen werden. Die Grösse der Bohrlöcher muss dem Durchmesser der Schrauben entsprechen.

# Experimente

Anweisungen und Beschriebe



7/9

## Experiment Mörtelfaktor (Information für die LP)

### Ziel:

Demonstration und Ermittlung des Mörtelfaktors (Einmischfaktor)

### Material:

- 3 hohe 1-Liter-Messbecher
- baufeuchter Sand (geeignet für Mauermörtel)
- Zement
- 1 Eimer
- 1 Kelle
- ein Becher Wasser
- eine Waage (optional)

### Durchführung:



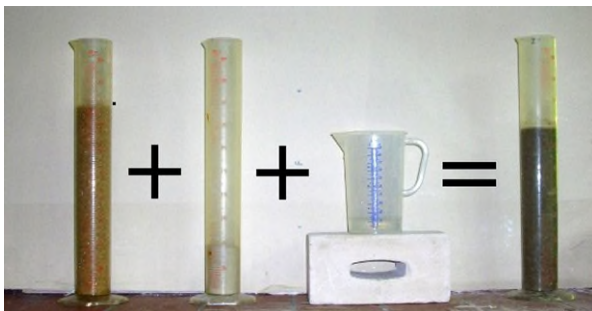
Es soll Mörtel im Mischungsverhältnis von 1:4 hergestellt werden. Dazu werden 800 ml Sand und 200 ml Mörtel in zwei Messbechern abgemessen. Die Summe der trockenen Baustoffe ergibt somit 1 000 ml (= 1 Liter).

In dem Eimer wird nun der Mörtel angemacht.



Der fertige Mörtel wird wieder in einen der Messbecher gefüllt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Eimer restlos entleert wird. Die Menge des fertigen Mörtels wird ermittelt.

### Ergebnis:



Mörtel verdichtet sich beim Anmachen enorm. Aus einem Liter Bindemittel und Sand sind weniger als 0,67 Liter entstanden. Die Mörtelausbeute beträgt somit 67%.

Auch beim Kauf von Fertigmörtel muss man bedenken, dass sich das Volumen der Sackware beim Anmachen verringert.

# Experimente

Anweisungen und Beschriebe



8/9

## Ideen – Finde selbst den Weg, sie umzusetzen:



Gartentrittplatte mit Steinmosaik



Beton-Skulpturen (gegossen)



Beton-Kunst (gegossen und Mosaik-Plättli)



Blumentopf aus Beton (Aussenschale – Innenschale)



Gartenmauer mit Steinmosaik



# Experimente

Lösungsvorschläge



9/9

## Lösungsvorschlag

### Papier-Brücke

Rolle einzelne Blätter zu **Trichtern**, die auf einer Seite eine etwas grössere Öffnung haben als auf der anderen Seite. Dann stecke die Trichter ineinander, dass sich ein **langes Rohr** ergibt.

### Beton – Untersuchen der Gesteinskörnungen

#### Ergebnis:

Die beiden Gläser sind **gleich schwer**. In beiden Gläsern ist der **Luftanteil also gleich gross**.