

## Innovationen in der Chemie

### Arbeitsmaterial Kapitel 7 – Bauwesen

Weiterführende Aufgaben und Experimente	Thema	Niveau
Kapitel 7	Bauwesen	
Aufgabe 7.1	Materialinnovationen bei Beton	Sekundarstufe I/II
Aufgabe 7.2	Beton wird hightech (Gruppenpuzzle)	Sekundarstufe I/II
Experiment 7.1	Die Wirkung von Zusatzmitteln auf Beton	Sekundarstufe II
Experiment 7.2	Modellexperiment Verbundstoffe	Sekundarstufe II

## Sekundarstufe I/II

### Aufgabe 7.1 Materialinnovationen bei Beton

Beton ist ein robuster und überaus vielfältiger Baustoff. Durch bauchemische Zusatzmittel wie zum Beispiel Verflüssiger oder Luftporenbildner lassen sich seine Eigenschaften sowohl im frischen als auch im festen Zustand beeinflussen. Im Verbund mit anderen Materialien wie zum Beispiel Stahl oder Carbonfasern können Spezialbetone mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt werden.

- a) Recherchieren Sie, aus welchen Stoffen „normaler“ Beton besteht und wie er hergestellt wird.

---



---



---



---



---

- b) Recherchieren Sie, welche Zusatzstoffe bzw. Materialien dem Beton zugesetzt werden, um die in Abbildung 7.1 angegebenen Spezialbetone zu erhalten.

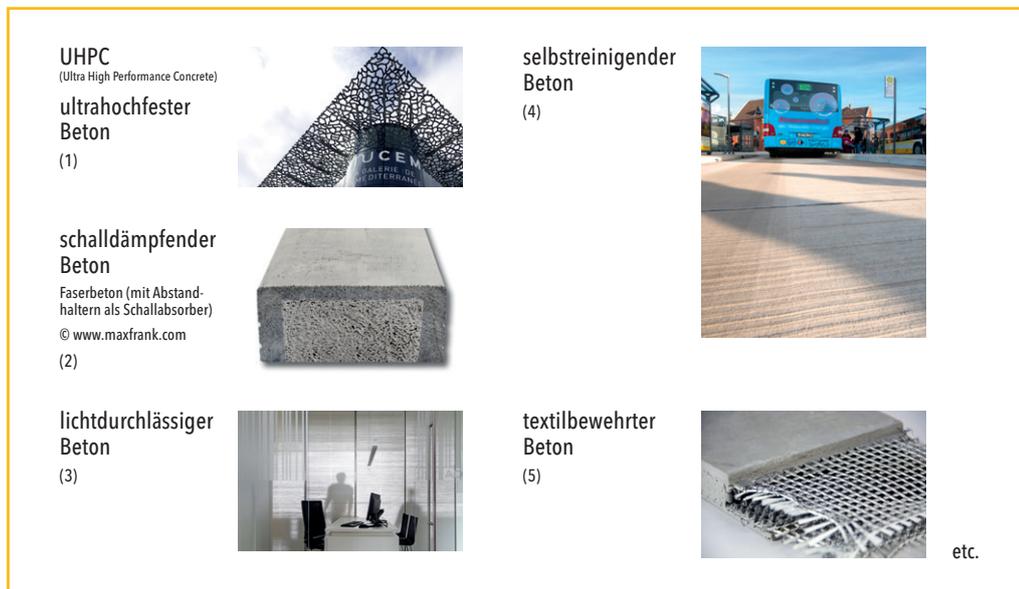


Abbildung 7.1: Materialinnovationen bei Beton

Bildnachweise: (1) Stephan Sühling – stock.adobe.com, (2) maxfrank.com, (3) Lucem Lichtbeton, (4) HeidelbergCement AG, (5) R. Thyroff – eigenes Werk

Sekundarstufe I/II

Spezialbeton	Zusatzmittel
UHCP (ultrahochfester Beton)	
schalldämpfender Beton	
lichtdurchlässiger Beton	
selbstreinigender Beton	
textilbewehrter Beton	

Sekundarstufe I/II

c)

Rätsel

Bilden Sie die richtigen Begriffspaare! (Mehrere Paarungen möglich!)

Bewehrungsstahl		selbstreinigender Beton
Carbon		Flüsterbeton
Nanopartikel		lichtdurchlässiger Beton
Oberflächenverzögerer		Textilbeton      Stahlbeton
optische Fasern		
Luftporen		frostbeständiger Beton

## Sekundarstufe I/II

d)

## Quiz

Tragen Sie die richtige/n Antwort/en (A, B, C oder D) rechts ein

Welche der Eigenschaften trifft auf innovative Betonarten nicht zu?

- A) katalytisch aktiv                      B) schaltbar  
C) lichtdurchlässig                      D) saugfähig

  
richtige Antwort

Stahl als Zusatz zu Beton kann ersetzt werden durch:

- A) Carbonat                                  B) Carbon  
C) Carbonit                                  D) Carbid

  
richtige Antwort

Ein spezieller Beton kann Luftschadstoffe chemisch zersetzen, und zwar mittels:

- A) Mikroteilchen                          B) Quarkteilchen  
C) Elementarteilchen                      D) Nanoteilchen

  
richtige Antwort

Eine neue Form von Beton enthält:

- A) Texturen                                  B) Textilien  
C) Text    D) Testmaterial

  
richtige Antwort

## Sekundarstufe I/II

### Aufgabe 7.2: Beton wird hightech (Gruppenpuzzle)

Beton ist als Material von zentraler Bedeutung für die unterschiedlichsten Bauvorhaben. Durch Zusatzstoffe wie Fasern, Nanopartikel oder Farbpigmente lassen sich heutzutage Betonwerkstoffe für die verschiedensten Anforderungsprofile maßgeschneidert herstellen.

- a) Informieren Sie sich über einige der neuen Hightech-Betone. Teilen Sie sich dazu in Ihrer Stammgruppe auf und recherchieren Sie in Einzelarbeit zu einer der folgenden Betonsorten: UHPC (ultrahochfester Beton), Lichtbeton, Ultraporcrete (Schaumbeton), Carbonbeton und Energiespeicherbeton.

Berücksichtigen Sie dabei besonders die folgenden Aspekte:

- ⬡ Eigenschaften
- ⬡ Herstellung
- ⬡ Verwendung
- ⬡ Vor- und Nachteile

- b) Bilden Sie neue Gruppen, in denen sich die Experten zu jeweils einer Betonsorte zusammenfinden. Vergleichen Sie Ihre Rechercheergebnisse und verbessern oder ergänzen Sie diese gegebenenfalls. Fassen Sie Ihre Ergebnisse tabellarisch zusammen und bereiten Sie sich darauf vor, diese in einem Kurzvortrag ihren Mitschülerinnen und Mitschülern in der Stammgruppe vorzustellen.

## Sekundarstufe I/II

- c) Gehen Sie zurück in Ihre Stammgruppen. Stellen Sie sich Ihre Rechercheergebnisse gegenseitig vor. Fassen Sie die Ergebnisse in einer Tabelle nach folgendem Muster zusammen.

	Herstellung	Eigenschaften	Verwendung
UHPC (ultrahochfester Beton)			
Lichtbeton			
Ultraporcrete (Schaumbeton)			
Carbonbeton			
Energiespeicher- beton			

## Sekundarstufe I/II

## Experiment 7.1: Die Wirkung von Zusatzmitteln auf Beton

Beton kommt im Bauwesen in verschiedenen Anwendungen und unter unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen zum Einsatz. Diese vielfältigen Einsatzmöglichkeiten können nur durch die Zugabe diverser Zusatzmittel realisiert werden. So können zum Beispiel Verzögerer die Aushärtungszeit des Betons verlängern, während Beschleuniger dafür sorgen, dass der Beton extrem schnell erstarrt. Luftporenbildner erhöhen die Frostbeständigkeit und Stabilisierer bewirken, dass sich kein Wasser absondert oder dass sich der Beton etwas verflüssigt.

Das folgende Experiment zeigt modellhaft die Wirkungsweisen von vier verschiedenen Betonzusatzmitteln auf.

- a) Führen Sie das Experiment durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen. Erläutern Sie die Wirkung Ihrer Zusatzstoffe und geben Sie deren jeweilige Funktion an.

## Material

- sechs Plastikbecher
- Spatellöffel
- Spachtel
- Plastikschaale
- Messzylinder
- Waage
- Bechergläser (50 Milliliter)

Chemikalien	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8, 2010)
Zement		-	-	
Sand				
Wasser				
Saccharose (Kristallzucker)				
Aluminiumsulfat		318	280- 305+351+338	
Tenside (Spülmittel)				
Tapetenkleister (5 g Methylcellulose in 100 ml Wasser einrühren und quellen lassen)				
Versuchsdauer: 60 Minuten				

## Sekundarstufe I/II

### Durchführung als Partnerpuzzle:

#### Material

Besorgen Sie sich die jeweiligen Zusatzstoffe bei Ihrer Lehrkraft.

#### Gruppe A:

- 6 x 1 Gramm Saccharose (Kristallzucker)
- 1 Gramm Aluminiumsulfat

#### Gruppe B:

- 10 Milliliter Tapetenkleister
- 5 Milliliter Spülmittel

#### Durchführung

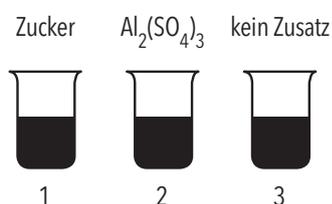
Die Herstellung des Betons erfolgt gemeinsam jeweils durch einen Schüler der Gruppe A und einen Schüler der Gruppe B. Nach dem Verteilen des Ansatzes auf die sechs Plastikbecher experimentiert jeder Schüler in Einzelarbeit.

#### Herstellung des Betons

Es werden 45 Gramm Zement, 135 Gramm Sand und 50 Gramm Wasser in eine Plastikschaale gegeben und alle Bestandteile drei Minuten lang mit einem Spachtel durchmengt. Der Ansatz wird auf sechs Plastikbecher verteilt.

#### Gruppe A: Zugabe der Zusatzstoffe Zucker und Aluminiumsulfat

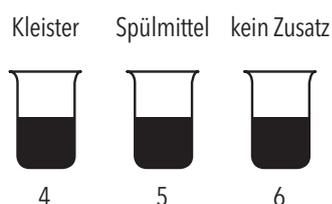
In den ersten Plastikbecher wird 1 Gramm Kristallzucker, in den zweiten 1 Gramm Aluminiumsulfat gegeben; der Beton in Plastikbecher 3 dient als Vergleichsprobe.



Danach werden die Mischungen so lange gerührt, bis sich der jeweilige Zusatzstoff gleichmäßig im Beton verteilt hat. Nun lässt man die Betonproben fünf Minuten lang aushärten. Über die reinen Beobachtungen hinaus ist es hilfreich, die Plastikbecher zu schwenken, einzudrücken oder mit einem Glasstab hineinzustecken, um Unterschiede in Konsistenz und Festigkeit festzustellen.

#### Gruppe B: Zugabe der Zusatzstoffe Tapetenkleister und Spülmittel

In den vierten Plastikbecher werden 10 Milliliter Tapetenkleister, in den fünften 5 Milliliter Spülmittel hinzugefügt; der Beton in Plastikbecher 6 dient als Vergleichsprobe.



## Sekundarstufe I/II

Danach werden die Mischungen so lange gerührt, bis sich der jeweilige Zusatzstoff gleichmäßig im Beton verteilt hat. Nun lässt man die Betonproben fünf Minuten lang aushärten. Abseits von reinen Beobachtungen ist es hilfreich, die Plastikbecher zu schwenken, einzudrücken oder mit einem Glasstab hineinzustechen, um Unterschiede in Konsistenz und Festigkeit festzustellen.

### Entsorgung

Nach erneuter Beobachtung in der Folgestunde können die Plastikbecher mit dem Beton sowie die Plastikschalen zum Anrühren des Betons über den Hausmüll entsorgt werden.

Quelle: Peter, R.: Herstellung von Gasbeton mit schulgemäßen Mitteln. In: PdN-Ch. 5 (1988) Nr. 37 S. 42f.

- b) Vergleichen Sie Ihre Beobachtungen und Erklärungen mit denen Ihres Partners. Ergänzen oder korrigieren Sie gegebenenfalls Ihre Ausführungen.
- c) Tauschen Sie sich mit einem Partner, der die beiden anderen Zusatzstoffe untersucht hat, aus. Notieren Sie die Ergebnisse Ihres Austauschs in einer Tabelle nach folgendem Muster:

Zusatzstoff	Beobachtungen	Funktion des Zusatzstoffs
Saccharose		
Aluminiumsulfat		
Tapetenkleister		
Spülmittel		

Sekundarstufe I/II

- d) Gleichen Sie die Ergebnisse des Austauschs mit Ihrem ursprünglichen Partner ab. Diskutieren Sie mögliche Unstimmigkeiten in der Vierer-Gruppe und korrigieren Sie gegebenenfalls Ihre Ergebnisse.
- e) Die Abbildungen 7.2 bis 7.5 zeigen Situationen, in denen Beton durch Zusatzmittel verändert wurde. Entscheiden Sie gemeinsam in Ihrer Vierer-Gruppe, welche Art von Zusatzmittel in der jeweiligen Situation gewählt werden musste. Begründen Sie Ihre Zuordnung.

---



---



---



---



Abbildung 7.2: Tunnelbau mit Beton

Bildnachweis: Markus Haack – stock.adobe.com



Abbildung 7.3: Flughafenlandebahn

Bildnachweis: masa – stock.adobe.com



Abbildung 7.4: Betontransport

Bildnachweis: thauwald-pictures – stock.adobe.com



Abbildung 7.5: Hochhaus aus Beton

Bildnachweis: Dirk Vonten – stock.adobe.com

## Sekundarstufe I/II

## Experiment 7.2: Modellexperiment Verbundstoffe

**Durchführung** Stahlbeton gehört zu den sogenannten Verbundwerkstoffen. Darunter versteht man Werkstoffe, die aus mindestens zwei völlig unterschiedlichen Materialien zusammengesetzt sind und die dadurch andere Eigenschaften besitzen als die einzelnen Komponenten. Sie vereinigen nicht nur additiv die guten Eigenschaften der einzelnen Stoffe, sondern stärken sich im Verbund gegenseitig. So hält zwar reiner Beton sehr hohen Druckbelastungen stand, unter Zugbelastung bricht er aber leicht auseinander. Stahl dagegen verformt sich relativ leicht unter Druck, hält aber starke Zugspannungen aus. Kombiniert man die beiden Materialien zu Stahlbeton, erhält man einen Verbundwerkstoff, der sowohl Druck- als auch Zugbelastung gut standhält.

Mit dem folgenden Modellexperiment lassen sich die veränderten Eigenschaften eines Verbundwerkstoffs verdeutlichen.

a) Führen Sie das Experiment durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.

**Material**

- rechteckige Plastikschaalen (Größe: ca. 40 x 30)
- Holzklotz
- Stative mit Muffen und Klemmen
- Gewichte
- Sägespäne
- Hanffasern

**Durchführung** Eine Plastikschaale wird ca. zwei Zentimeter hoch mit Wasser gefüllt und in einen Gefrierschrank gestellt, eine zweite Schale ca. zwei Zentimeter hoch mit Sägespänen gefüllt. Auf die Sägespäne wird so viel Wasser gegeben, dass die Späne gerade eben damit bedeckt sind. Die Masse wird mit einem Holzklotz zusammengepresst, glattgestrichen und ebenfalls in den Gefrierschrank gestellt.

Sobald das Wasser in den Schalen gefroren ist, werden die Eisplatten auf ihre Druckfestigkeit untersucht. Dazu werden sie aus den Plastikschaalen genommen, zwischen zwei Stative eingespannt und solange mit Gewichten beschwert, bis sie auseinanderbrechen.

Anschließend werden zwei etwa gleich große Bruchstücke (Eisplatten gegebenenfalls mit einem Hammer zerkleinern) in eine Schale mit Wasser gelegt und die Zeit bestimmt, bis beide Eisstücke geschmolzen sind.

**Beobachtungen**

---

---

---

---

Quelle: Kopfball: „Kann man mit Sägespänen sehr stabiles Eis machen?“, Sendung vom 24.11.2013, <https://www1.wdr.de/av/daserste/video-komplette-sendung-vom--november--104.html>

## Sekundarstufe I/II

- b) Vergleichen Sie die Eigenschaften der reinen Eisplatte mit denen des Verbundwerkstoffs (Eisplatte mit Sägespänen). Erläutern Sie die Unterschiede.

---

---

---

---

---

- c) Wiederholen Sie das Experiment mit einer Eisplatte, die statt Sägespänen Hanffasern enthält. Vergleichen Sie die Druckfestigkeit und die Schmelzzeit dieses Verbundwerkstoffs mit den Eigenschaften der Eisplatten aus dem vorangegangenen Experiment. Erklären Sie die Unterschiede.

---

---

---

- d) Den Verbundwerkstoff aus Eis und Sägespänen nennt man Pykrete. Recherchieren Sie die Bedeutung des Begriffs „Pykrete“. Für welche Verwendung war der Werkstoff „Pykrete“ vorgesehen?

---

---

---

---

---

---

---

---