



Anleitung zu  
**„Was macht eine Brücke stabil“**

© KINDERFORSCHER AN DER TUHH  
[www.kinderforscher.de](http://www.kinderforscher.de)



## Lehreranleitung: Was macht eine Brücke stabil? Massivbau

### Ziele der Stunde:

- Selbständig in Kleingruppen Arbeitsanleitungen umsetzen.
- Zum Ausprobieren und Weiterdenken mithilfe des Versuchsarbeitsblattes heranzuführen. (Im Internet gibt es tolle Ideen zu Papierbrücken, siehe Hinweis auf Wissensbox!)
- Warum wird etwas so gebaut, wie es ist? Wann wählt man welche Bauform?
- Wann werden welche Baumaterialien benutzt und warum?
- Zusammenarbeit in Gruppen.

### 1. Einleitung:

- 🔍 An der Technischen Universität Hamburg (TUHH) gibt es das Institut für Massivbau. Was ist Massivbau?
  - MASSIVBAU = alle Baukonstruktionen aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton oder Spannbeton
  - Hingegen LEICHTBAU = Baukonstruktionen aus leichteren Materialien wie Rigipsplatten, Holzbau, Stahlbau oder Aluminium
- 🔍 Ein besonderer Schwerpunkt des Instituts liegt im Bereich Brückenbau. Warum sieht nicht jede Brücke gleich aus?
  - Weil Brücken verschiedene Aufgaben zu erfüllen haben. Muss ein kleines oder ein großes Schiff darunter durchfahren können? Muss sie ein Tal überspannen, einen Fluss oder einen Bach? Steht sie im Salzwasser oder Süßwasser?
- 🔍 Welche Brücken kennt ihr?
  - Köhlbrandbrücke in Hamburg, Tower Bridge in London, Golden Gate Bridge in San Francisco, Brooklyn Bridge in New York, ... bzw. Säulenbrücke, Bogenbrücke, Hängebrücke, Schrägseilbrücke, ...
- 🔍 Woraus werden Brücken gebaut?
  - Stein, Mauerwerk, Holz, Stahl, Beton

🔍 Warum baut man mit unterschiedlichen Materialien?

- Brückenform: Nicht jede Brücke kann aus jedem Material gebaut werden.
- Welche Rohstoffe gibt es vor Ort? Zu welchen Kosten?
- In einem Land mit schlechten wirtschaftlichen Verhältnissen hat man andere Möglichkeiten als z.B. in einer Industrienation wie Deutschland.
- Umweltabhängige Anforderungen: Erdbeben, Salzwasser, Strömung

🔍 Nicht nur das Baumaterial ist entscheidend, sondern auch die Bauform! Ein und dasselbe Baumaterial kann dadurch eine ganz unterschiedliche Stabilität bekommen, wie die Folienstreifen, die wir heute verwenden.

🔍 Ihr baut heute in Gruppen von 2(-3) Schülern verschiedene Brückentypen und untersucht dann, ob diese Brücken 8 Spielzeugautos tragen können.

🔍 **4. Versuch: Die Gruppentische sind für zwölf Gruppen mit jeweils 2(-3) Schülern laut Materialliste vorbereitet**

🔍 Kinder, die fertig sind, können die Baumaterialien untersuchen und das leere Arbeitsblatt ausfüllen. (Die Baumaterialien dürfen kaputt gehen!)

- Holzplatte
- Stahlplatte
- Betonplatte
- Stahlbetonplatte (mit Stahlgitter im Beton)

5. Nachbesprechung:

🔍 Welche Brücken konnten das Gewicht von acht Autos tragen?  
Balkenbrücke mit hochgefalteten Rändern, Hängebrücke

🔍 Ist es eine genaue Angabe zu sagen, die Brücke kann z. B. 5 Autos tragen? Warum könnte eine andere Gruppe mehr oder weniger Autos als Ergebnis haben?

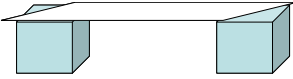
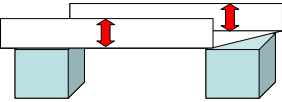
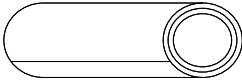
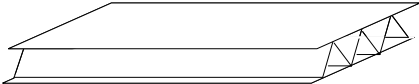
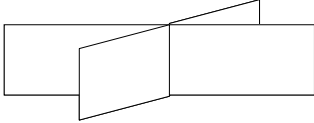
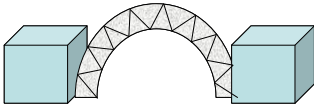
Die Autos sind nicht alle gleich schwer. Die Position der Autos auf der Brücke spielt eine Rolle.

🔍 Welche grundlegenden Brückentypen haben wir kennengelernt?  
Balkenbrücke, Bogenbrücke, Hängebrücke

🔍 Anhand der Erläuterungen zu den Versuchen (S. 4) darauf eingehen, warum die verschiedenen Versuche gemacht wurden und was herausgefunden wurde.

🔍 Welche Beobachtungen habt ihr gemacht?

Beim Brückenbau spielt die Bauform eine sehr große Rolle! Ein und dasselbe Material kann durch seine Form sehr unterschiedliches Gewicht tragen! (Die Kinder könnten zu Hause mal versuchen, aus Papier stabile Brücken zu bauen. Auch dabei sind stehende Elemente wichtig, wie bei der Balkenbrücke mit hochgefaltetem Rand.)

ebenes Blatt (einfach oder mehrfach)	
geknicktes Blatt	
Rolle	
Waben	
ineinander gesteckte Streifen	
Bogen	

🔍 Der Versuch hat uns einiges über die Bauform von Brücken gezeigt. Das Baumaterial spielt auch eine große Rolle. Welche Vor- und Nachteile haben welche der Baumaterialien? (siehe leeres Arbeitsblatt, das ausgefüllte Arbeitsblatt ist Teil der Wissensbox)

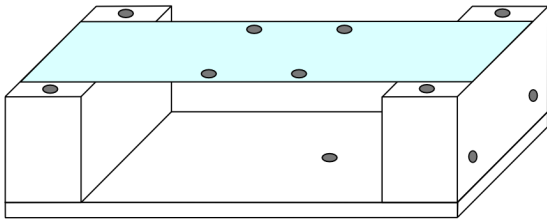
6. Wissensbox verteilen.

🔍 Wenn am Ende der Stunde zu wenig Zeit für die Baumaterialien übrig ist, kann auch das Extra Wissen zum Thema aus der Wissensbox gemeinsam angeschaut werden oder Sie lassen alternativ diesen Themenbereich weg.

# Was macht eine Brücke stabil?

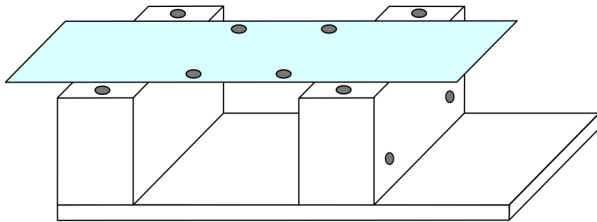
## - Erläuterung zu den Versuchen:

### 1. Balkenbrücke:



Die Balkenbrücke mit einem Foliestreifen ist nicht stabil. Sie biegt sich sehr leicht durch.

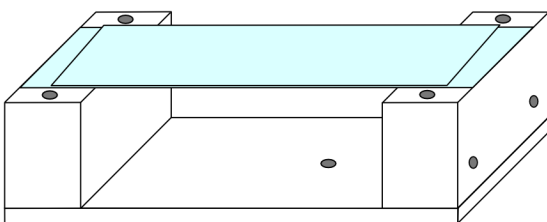
### 2. Balkenbrücke mit kürzerer Stützweite:



Bei kürzerem Abstand zwischen den Brückenpfeilern biegt sich die Fahrbahn nicht so leicht durch. Die Gesamtlänge der Brücke ist jedoch durch das „Hindernis“, das die

Brücke überqueren soll, vorgegeben. Häufig ist es möglich, mehr als zwei Stützpfiler unter die Brücke zu setzen, jedoch sind Mindestabstände zwischen den Pfeilern vorgegeben, z. B. wenn Schiffe unter der Brücke durchfahren sollen oder eine Autobahn darunter durchführt. Bedenke auch, dass das Verankern von Stützpfilern in einem Fluss oder Meer aufwendig und teuer ist.

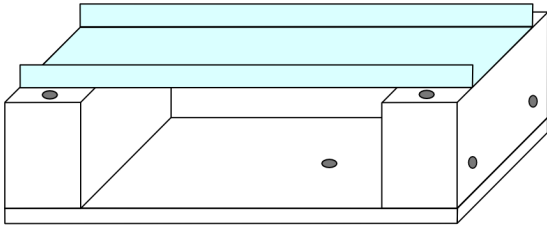
### 3. Verstärkte Balkenbrücke:



Die Verstärkung der Balkenbrücke durch einen zweiten Foliestreifen macht die Brücke kaum stabiler, man bräuchte viele Streifen, damit die Brücke acht Autos tragen kann.

Doch je dicker man die Fahrbahn macht, umso mehr Material benötigt man. Dadurch steigen die Kosten für die Brücke und auch das Gewicht, das die Brückenpfeiler und der Untergrund tragen müssen. Deshalb ist es nicht immer sinnvoll, die Fahrbahn dicker zu machen.

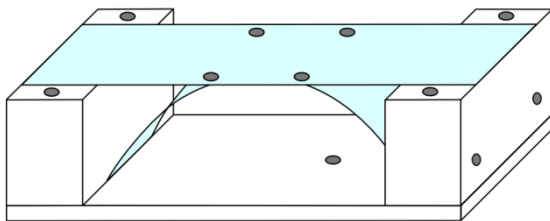
#### 4. Balkenbrücke mit hochgefalteten Rändern:



Auch eine Balkenbrücke kann aber recht stabil und trotzdem leicht sein. Denn der liegende Folienstreifen kann sich leicht nach unten durchbiegen, ein

stehender Folienstreifen aber nicht. Dafür wäre er aber viel zu dünn, als dass Autos darüberfahren könnten. Kombiniert man liegende und stehende Teile, wird die Fahrbahn stabil.

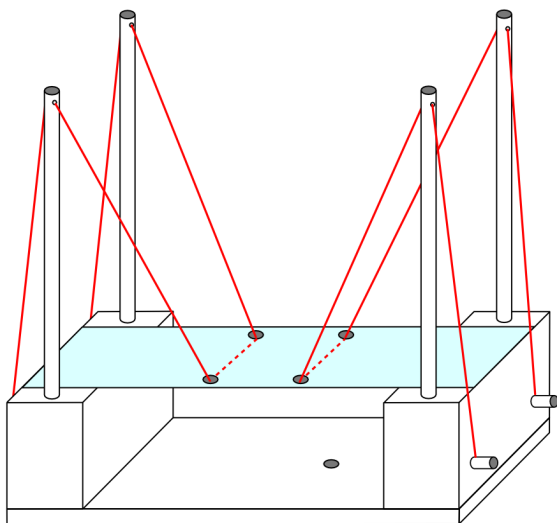
#### 5. Bogenbrücke:



Verwendet man wieder nur zwei Folienstreifen wie in Versuch 3, klemmt aber den einen als Bogen zwischen die beiden Klötze, wird die Brücke um einiges stabiler, denn der

Bogen biegt sich nicht so leicht in die Gegenrichtung. Bei vielen Brücken findest Du Bögen, entweder unter der Brücke oder auch obendrüber, acht mal darauf!

#### 6. Hängebrücke:



Bei der Hängebrücke helfen Stahlseile, die Fahrbahn zu unterstützen und die Last zu tragen. Diese Brückenform wird bei Brücken, die große Weiten überspannen sollen, genutzt. Bei den eigentlichen Hängebrücken wird ein Tragseil zwischen den Pfeilern aufgehängt, an dem senkrechte Seile als Hänger die Fahrbahn tragen. Wenn die Seile direkt von den

Pfeilern zur Fahrbahn führen, nennt man die Brücke **Schrägseilbrücke** oder **Schräggabelbrücke**.

## Materialliste: Was macht eine Brücke stabil? Massivbau

25 Schülerarbeitsblätter: „Versuch: Was macht eine Brücke stabil?“

25 Wissensbox zum Thema Brückenbau

### Jede der Gruppen: (2-3 Kinder):

- 2 Holzklötze mit Bohrungen und einem Zapfen
- 1 Holzplatte mit drei Löchern
- 4 Holzstäbe mit einer Bohrung
- 2 Seile
- 3 Folienstreifen (1 gelochter, 1 etwas kürzerer, 1 mit hochgefaltetem Rand)
- 4 auf einem Ende eingekerbte Zapfen
- 4 Spielzeugautos (zum Testen müssen immer zwei Gruppen die Autos gemeinsam nutzen)

### Zentral bereitstellen für alle:

- 1 Küchenwaage, falls die Kinder das Gewicht der Autos bestimmen möchten

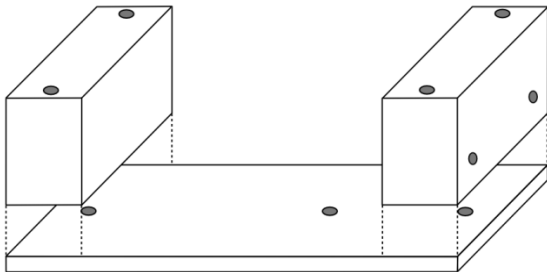
**Falls Sie auch das Thema Baumaterial machen möchten:** (diese Sachen dürfen beim Untersuchen kaputtgehen)

- Holzplatte
- Stahlplatte
- Betonplatte
- Stahlbetonplatte



# Stationsblatt: Was macht eine Brücke stabil?

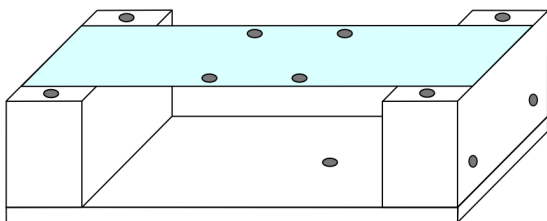
## Aufbau der Grundkonstruktion:



Stecke zwei Klötze wie abgebildet auf die äußeren Löcher der Grundplatte.

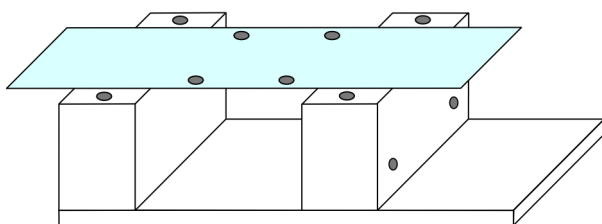
Über dieser Grundkonstruktion sollen nun verschiedene Brückentypen entstehen. Baue die verschiedenen Modelle nach und prüfe jeweils, ob die Brücke 8 Autos tragen kann oder ob sie schon bei weniger Autos zusammenbricht.

### 1. Balkenbrücke:



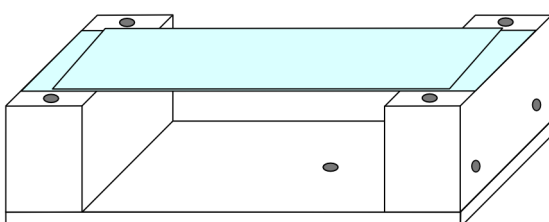
Lege den gelochten Folienstreifen als Balken über die beiden Klötze.

### 2. Balkenbrücke mit kürzerer Spannweite:



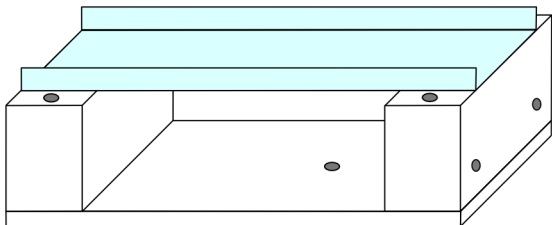
Nimm den Klotz, der näher an der noch nicht genutzten Bohrung in der Platte liegt und stecke ihn in diese Bohrung. Lege nun den gelochten Folienstreifen über die Klötze.

### 3. Verstärkte Balkenbrücke:



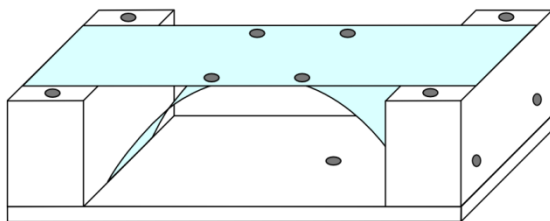
Lege den zweiten schmalen Folienstreifen zur Verstärkung auf den ersten.

#### 4. Balkenbrücke mit hochgefalteten Rändern:



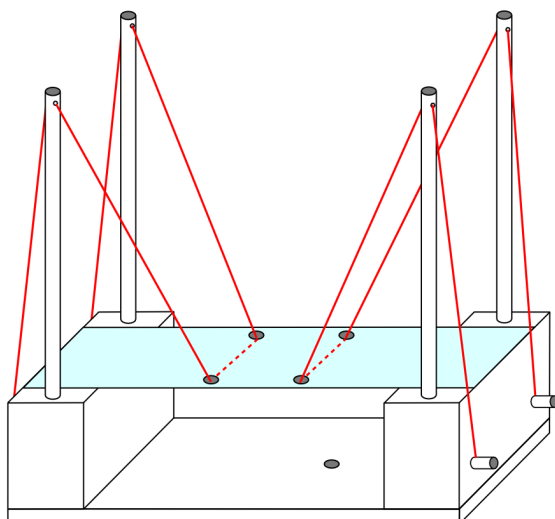
Baue wieder die Grundkonstruktion und lege nun den Streifen mit den hochgefalteten Rändern über die Klötze.

#### 5. Bogenbrücke:



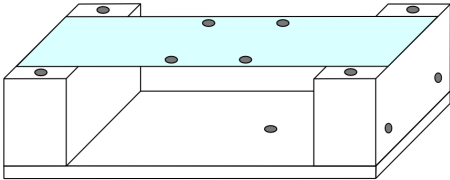
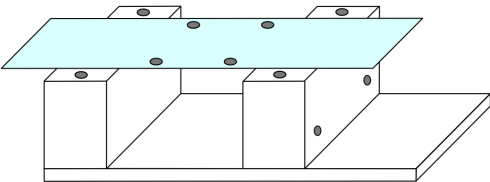
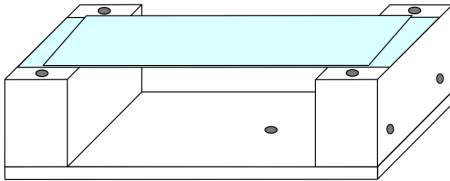
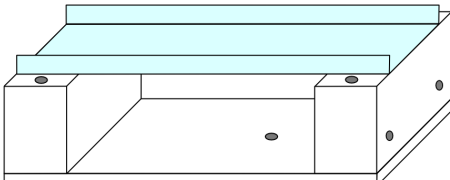
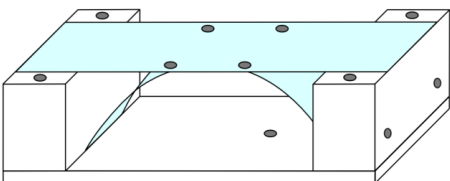
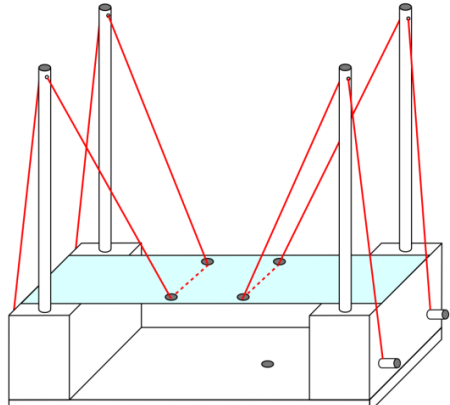
Klemme den kurzen Folienstreifen als Bogen zwischen die Klötze. Lege dann den gelochten Streifen als Fahrbahn darüber.

#### 6. Hängebrücke:



Stecke die Riffelstäbe in die Bohrungen auf den Klötzen. Führe die Seile wie abgebildet durch die Löcher in den Stäben und der Folie. Klemme die Seilenden mit dünnen Zapfen in den Bohrungen an den Seiten der Klötze fest.

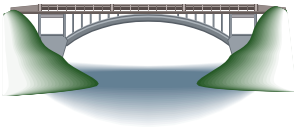
## Arbeitsblatt: Was macht eine Brücke stabil?

Brückenmodell		Trägt die Brücke 8 Autos ?	
	<b>Balkenbrücke</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nur ____ Autos
	<b>Balkenbrücke mit kürzerer Spannweite</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nur ____ Autos
	<b>Balkenbrücke mit zwei Folienstreifen</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nur ____ Autos
	<b>Balkenbrücke mit hochgefalteten Rändern</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nur ____ Autos
	<b>Bogenbrücke</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nur ____ Autos
	<b>Hängebrücke</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein, nur ____ Autos

## Materialien im Brückenbau

Du bist schon über viele Brücken gefahren. Woraus werden Brücken gemacht? Warum werden sie nicht alle aus demselben Material gemacht? Was sind die Vor- und die Nachteile der verschiedenen Baumaterialien?

Materialien	Vorteile	Nachteile
<b>Holz</b>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<b>Stein</b>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<b>Stahl</b>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<b>Beton</b>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
<b>Stahlbeton</b>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>



## Wissensbox: Brückenbau

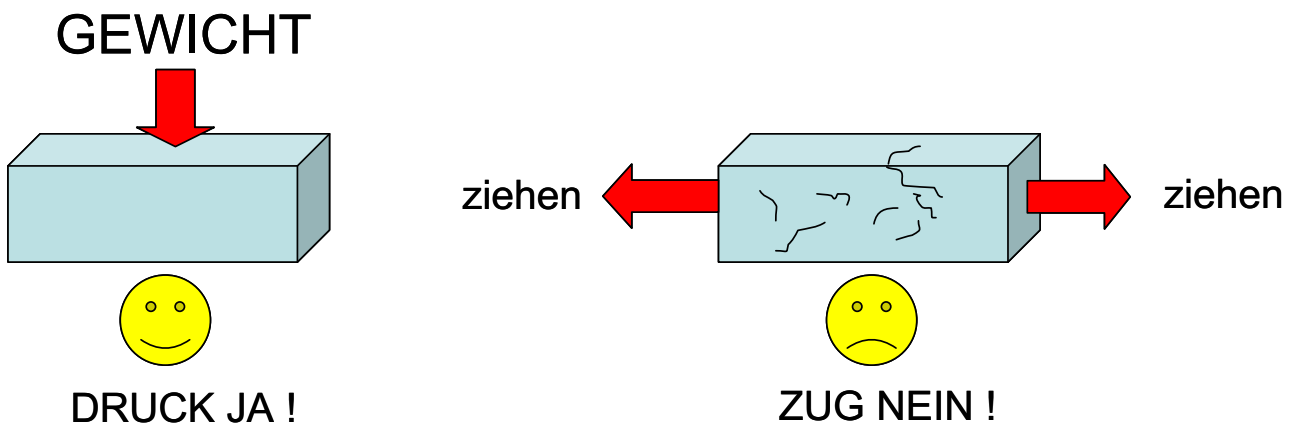


### Baumaterialien

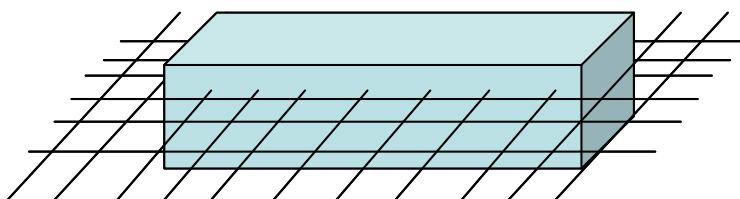
**Stahl** ist ein Metall aus den Grundstoffen Eisen und Kohlenstoff. Es ist der am meisten verwendete metallische Werkstoff. Stahl kann zum Beispiel sehr weich und dafür sehr gut verformbar hergestellt werden, wie etwa das Weißblech von Konservendosen. Stahl kann jedoch auch sehr hart und dafür spröde hergestellt werden, wie die Stähle für Messer (Messerstahl). Ohne einen Schutz rostet Stahl.

**Zement** ist eine Mischung aus Kalk und Ton, welcher gebrannt und dann zu einem Pulver vermahlen wird. Er wird benötigt, um Beton herzustellen und sorgt dafür, dass der Betonbrei zusammenhält.

**Beton** ist eine Mischung aus Zement, Sand, Kies und Wasser. Beton wird zum Bauen von Hochhäusern, Hallen, Brücken und Straßen benutzt. Er kann sehr starken Druck aushalten, aber er verträgt keine Zugkraft.



**Stahlbeton** Um den Beton noch stabiler zu machen, wird der flüssige Betonbrei über Stahlstäbe oder Stahlmatten gegossen.



**Spannbeton** Wenn die Stahldrähte, - bevor sie mit Beton übergossen werden, - gespannt werden, entsteht Spannbeton. Eine andere Möglichkeit ist, dass im unteren Teil der Betonform einige Röhren mit Stahldrähten in die Verschalung eingebaut werden, insbesondere dort, wo am meisten Zug erwartet wird. Wenn der Beton später fest ist, werden die Drähte gespannt. So entsteht Druck im Beton. Dann werden die Röhren mit Zement gefüllt, um die Stahlseile vor dem Rosten zu schützen.



Herstellung einer  
Brückenbodenplatte  
mit Spannbeton  
(aus Wikipedia)



## EXTRA WISSEN zum Thema Brückenbau Die Golden Gate Bridge in Kalifornien



Für viele ist die *Golden Gate Bridge* die schönste Brücke der Welt. Und sie war lange Zeit die längste Hängebrücke! Sie wurde von Joseph Strauss errichtet und am 12. November 1936 eingeweiht.

Sie verbindet San Francisco mit dem Marin Peninsula County. Der Hauptteil der Golden Gate Bridge ist 1,28 Kilometer lang und hängt an zwei - aus vielen Kabeln gedrehten - Seilen, die einen Durchmesser von 90 Zentimetern haben.

Vier Jahre dauerte der Bau. Wegen der starken Gezeitenströmung ereigneten sich dabei mehrere tödliche Unfälle.

Die Gesamtlänge der Hängebrücke beträgt 2,7 Kilometer und **allwöchentlich verbrauchen 25 Anstreicher ungefähr zwei Tonnen Farbe für die ständige Erneuerung des rötlichen Anstrichs.**

Übrigens ist die Golden Gate Bridge deshalb eine Hängebrücke, weil Fahr- und Gehweg der Brücke an Stahlseilen und -kabeln aufgehängt sind, die von hohen Turmpfeilern, den so genannten „Pylonen“, gestützt werden. Ein Pfeiler hat eine Höhe von 227 Metern.



## Materialien im Brückenbau

Materialien	Vorteile	Nachteile
<b>Holz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- billig</li> <li>- wächst nach</li> <li>- leicht verfügbar (wächst oft da, wo ich die Brücke baue oder ist leicht dorthin zu transportieren)</li> <li>- kurze Bauzeit</li> <li>- geringes Eigengewicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geringe Stabilität</li> <li>- Brandgefahr</li> <li>- verrottet</li> <li>- Holzwürmer</li> </ul>
<b>Stein</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilität</li> <li>- Dauerhaftigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe Kosten</li> <li>- schwer zu transportieren</li> <li>- lange Bauzeit</li> <li>- verträgt nur Druckkräfte</li> <li>- braucht Gerüst beim Bau</li> <li>- geringe Spannweite (ich brauche immer wieder Säulen zum Abstützen)</li> </ul>
<b>Stahl</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabilität</li> <li>- sehr hohe Festigkeit gegenüber Druck- und Zugkräften</li> <li>- große Spannweite (z.B. Golden Gate Brücke in San Francisco, es passen große Schiffe drunter)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sehr teuer herzustellen (hoher Energieverbrauch)</li> <li>- häufige Rostschutzanstriche</li> </ul>
<b>Beton</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dauerhaftigkeit</li> <li>- bessere Formgebung als bei Stein, da erst flüssig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- verträgt nur Druckkräfte</li> <li>- braucht Gerüst beim Bau</li> <li>- mittlere Spannweite (ich brauche immer wieder Säulen zum abstützen, nicht so viele wie bei Stein)</li> </ul>
<b>*Stahlbeton</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stahl durch Beton weitgehend vor Rosten geschützt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bei Zugbelastung dehnt sich Stahl stärker aus als Beton, es entstehen Risse, Feuchtigkeit kann Eindringen und der Stahl rostet</li> </ul>
<b>*Spannbeton</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stahl durch Beton vor Rosten geschützt</li> <li>- große Spannweiten möglich</li> <li>- kein Gerüst nötig</li> <li>- Der Stahl nimmt die Zugspannung auf, denn Beton allein ist nur gegen Druck beständig, kann keinen Zug vertragen!</li> </ul>	<p>(ÜBRIGENS: Der Ausdruck: „Beton wird durch Stahl zusammengedrückt“ impliziert, dass der Stahl vorgespannt war. Das nennt man ‚Spannbeton‘!)</p>

\*Kombination zweier Materialien

**An der TUHH** gibt es das **Institut für Massivbau**. Was ist Massivbau? Massivbau ist ein besonderes Gebiet im Bauwesen. Hierbei werden Bauten wie Gebäude und Brücken aus „massiven“ Baustoffen und Materialien erstellt. Solche Baustoffe können z. B. Beton, Stahlbeton und Mauerwerk sein. Der Gegensatz zum Massivbau ist der Leichtbau und Holzbau. Auf dem Bild siehst du eine Brücke. Diese ist ein typisches Beispiel für den Massivbau.



Die Mitarbeiter des Instituts forschen an verschiedenen Projekten. Bauingenieure müssen Bauwerke immer wieder überprüfen. Sie untersuchen, ob die Bauten sicher sind, welche Teile ausgebessert werden müssen und wie lange sie noch genutzt werden können. Es wird daran geforscht, wie diese Überprüfung verbessert werden kann. Hierzu werden verschiedene Stellen und Bereiche eines Baus untersucht und die Verfahren zur Bemessung erweitert. Andere Mitarbeiter möchten herausfinden, wie sich Risse im Beton verringern lassen oder wie große fugenlose Betonkonstruktionen gebaut werden können.

**Hier erfahre ich mehr:**

- [www.papierbruecke.de/](http://www.papierbruecke.de/) (Bilder von Papierbrücken zum selber bauen)
- [www.physikfuerkids.de/lab1/versuche/papibrueck/index.html](http://www.physikfuerkids.de/lab1/versuche/papibrueck/index.html) (Experiment mit Papierbrücke)
- [www.wasistwas.de/technik/alle-artikel/artikel/link//244d43fe31/article/golden-gate-bridge.html](http://www.wasistwas.de/technik/alle-artikel/artikel/link//244d43fe31/article/golden-gate-bridge.html)
- [www.bernd-nebel.de/bruecken/](http://www.bernd-nebel.de/bruecken/)
- [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de) (Stichwort „Brücke“ eingeben)