

Gezocht: BRUGGENBOUWERS!

In deze sessie onderzoeken we hoe we een stevig systeem kunnen bouwen. We zullen hiervoor constructies van bruggen bestuderen. We leren wat een constructievorm is, wat een brug stevig maakt en welke soorten bruggen er bestaan. We ontdekken hoe we een stevige brug kunnen bouwen met papier. We bouwen echte metalen bruggen waar we zelfs kunnen op staan.

Een constructie is een voorwerp dat is samengevoegd uit verschillende onderdelen. Dit vormt dan stevige gehele zoals bruggen, woningen en wolkenkrabbers. Maar ook om ons heen zien we allerlei voorbeelden van constructies. Denk maar even aan een opbergrek, een trapladder, een overkapping, enz.



1. ONDERZOEK / EXPERIMENT

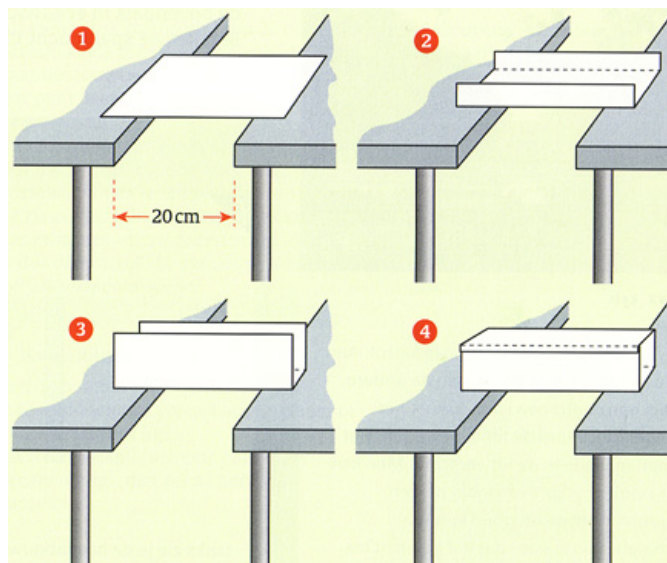
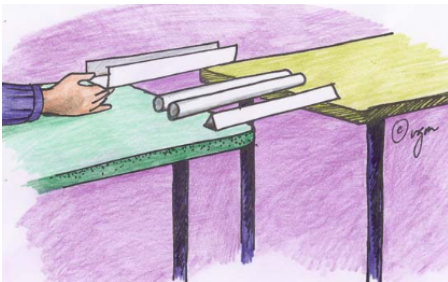
1.1. Maak een papieren brug van 30cm lang tussen twee tafels die even hoog zijn.

Alleen aan de uiteinden mag de brug op de tafels steunen, daartussen mag de brug de grond niet raken. De brug mag ook niet aan de tafels worden vastgemaakt en er mag geen plaklint gebruikt worden.

Als vogels dezelfde botten zouden hebben als zoogdieren, dan zouden ze nooit kunnen vliegen. Ze zouden dan veel te zwaar zijn. Daarom hebben vogels holle botten met dunne dwarsverbindingen. De holle botten zijn eigenlijk buisvormige profielen.

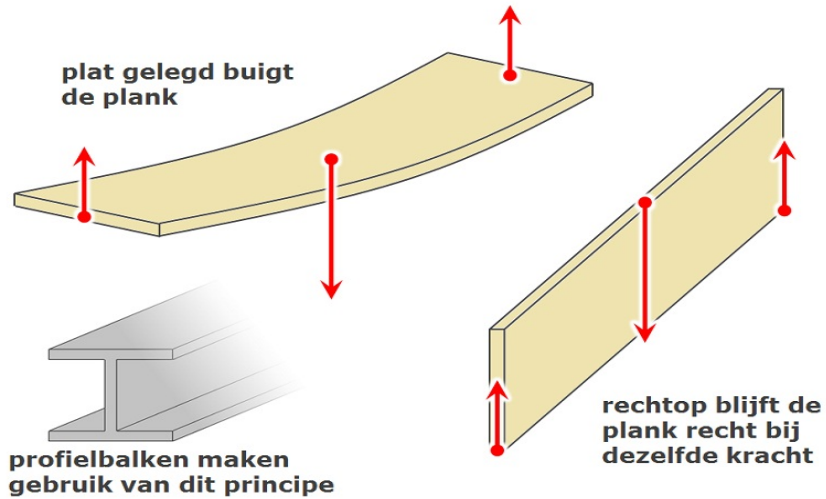
Papier is uit zichzelf niet zo sterk. Maar door papier in een profielvorm te vouwen wordt het veel sterker, net zoals de stalen profielen die in de bouw worden gebruikt. Met profielen kunnen we sterke (en toch lichte) constructies maken.

Er zijn verschillende profielen: I-, T-, en U-profielen en buisvormige profielen.




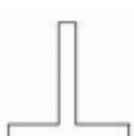

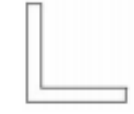


Welke brug is hier het sterkst?

Een platliggende plank gaat buigen als je er kracht op zet.
Rechtop kan de plank veel meer kracht aan, zonder buigen



→ UITBREIDING

Verbind via een lijntje de tekening van het profiel met de juiste naam.

	<input type="checkbox"/>	I-profiel
	<input type="checkbox"/>	U-profiel
	<input type="checkbox"/>	T-profiel
	<input type="checkbox"/>	buis
	<input type="checkbox"/>	rond
	<input type="checkbox"/>	hoekprofiel

1.2. Test de brug

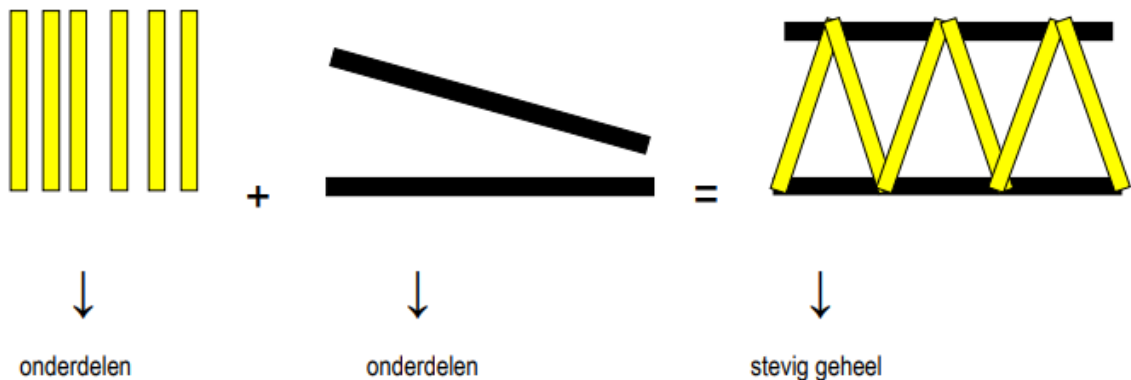
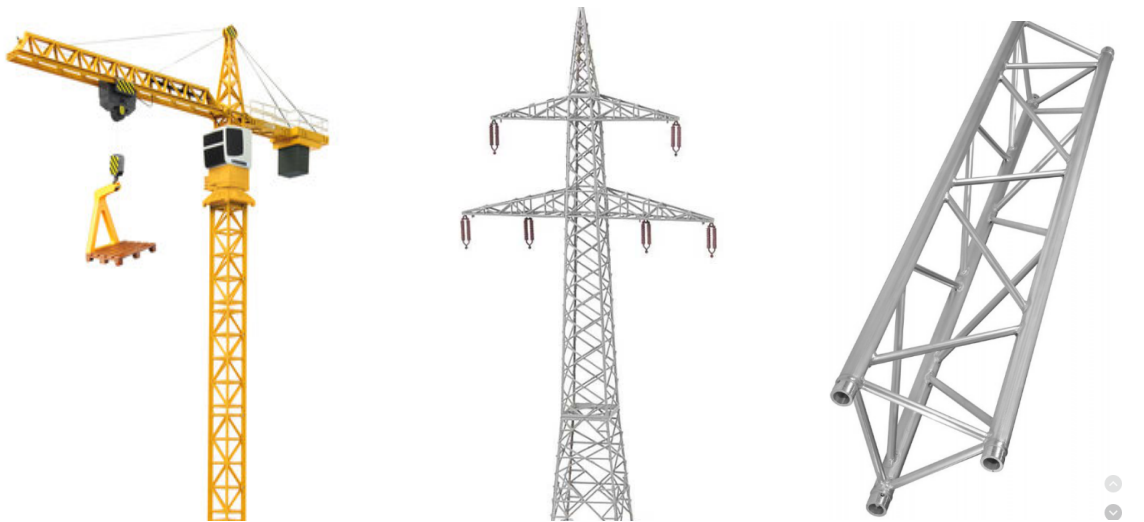
We testen de stevigheid van de brug. Er moeten voorwerpen op kunnen liggen zonder dat de brug breekt. Hoe minder de brug doorzakt, hoe beter. We kunnen een meetlat gebruiken om de **doorbuiging te meten** en dus ook de stevigheid. Als we denken dat de brug stevig genoeg is, dan kunnen we er **zwaardere voorwerpen op leggen**.



2. ONTWERPEN / ENGINEERING

2.1 De driehoek

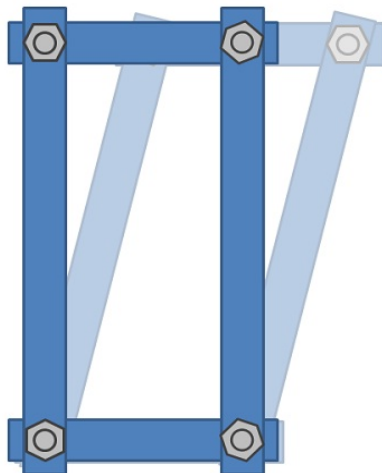
Wanneer we veel constructies bekijken, ontdekken we vooral driehoeken. Een driehoek is een heel stevige vorm. De driehoek verdeelt de krachten over de constructie. Daardoor kunnen we driehoeken heel moeilijk vervormen.



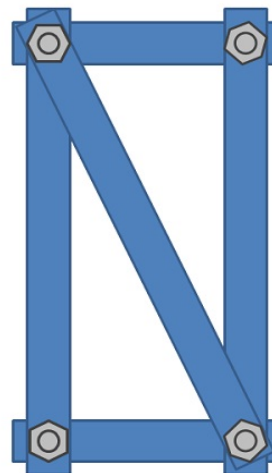
2.2 De vierhoek

Een vierhoek is minder stevig dan een driehoek. Vierhoeken worden daarom vaak verstevigd door een of meerdere diagonalen te plaatsen. Dan krijgen we opnieuw driehoeken. Een vierhoek is beweeglijk; de vorm kan dan veranderen in een ruit. Een vierhoek is goed te gebruiken bij een constructie die beweegt, zoals een ophaalbrug.

Door een schuine balk verdeel je de constructie in twee driehoeken. Daardoor kan het niet meer schuiven.



zonder
kan wel schuiven



met
kan niet schuiven

2.3 Bogen

In de bouwsector wordt een boog veel toegepast, omdat het van nature een sterke constructie vormt. Vroeger was een boogconstructie vaak de enige manier om grote ruimten te overspannen, en er vervolgens weer bovenop te bouwen. Bij een boog worden de krachten gelijk verdeeld, waardoor hij erg stevig is. Een boogconstructie zien we dan ook vaak terug bij bruggen en tunnels.



2.4. Technieken van bruggen

Een gemiddelde brug weegt al snel enkele duizenden kilo's, waardoor bv. de oevers van een rivier geschikt moeten worden gemaakt voor het dragen van deze brug. Hierbij maakt men gebruik van zogenaamd landhoofden. Een landhoofd is niets meer dan een stevig steunpunt van beton; dat voor een deel onder de grond gestopt worden aan de oeverkant. Verwar de landhoofden niet met pijlers. Een pijler is namelijk een steunpunt in het water! Hoe langer de brug, hoe meer pijlers er nodig zijn voor het stabiliseren van de brug over een rivier of kanaal.

Het geheel aan pijlers en landhoofden noemt men de onderbouw van een brug. Hierop wordt de bovenbouw geplaatst. Als we met een auto over een brug rijden, zullen we dus altijd over de bovenbouw van de brug rijden.

We kunnen niet zomaar beginnen aan de bouw van een brug. Ingenieurs doen er enkele maanden over om verschillende onderzoeken uit te voeren. Op basis van dit onderzoek wordt bepaald hoe lang, hoe zwaar en hoe breed een brug gemaakt moet worden om deze stabiel over een kanaal of rivier te kunnen leggen. Ook de materiaalkeuze voor de bouw van de brug speelt hier een belangrijke rol bij. Wanneer alle berekeningen uitgevoerd zijn, zal een kleine versie (maquette) van de brug gemaakt worden. Hier worden vervolgens enkele proeven mee gedaan, om te kijken of de brug niet gaat trillen bij een hevige storm, of de brug tegen hoge en lage temperaturen kan, ...

Verbind met een lijntje de naam van het type brug met de juiste foto.

Tuibrug •

Boogbrug •

Liggerbrug •

Vakwerkbrug •

Hangbrug •



3. MAKEN

We bouwen bruggen!

De bruggen worden gemonteerd met onderstaande onderdelen.



Verbindingsstuk



Draadstang M4 lengte 10 m en 15 cm



Zeskantbout en moer M4



Staalplaat breedte 8cm, lengte 50cm



Stalen boog met boringen

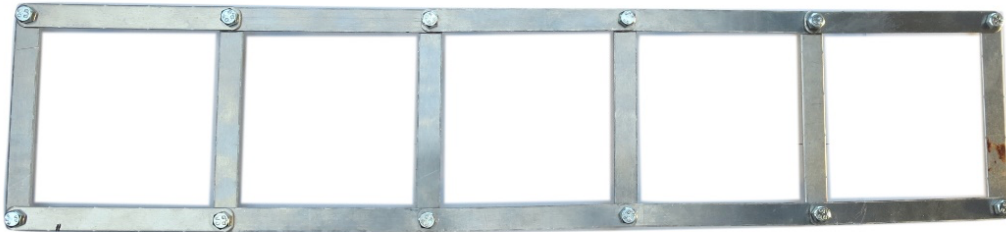
Belangrijke tip: verdeel het werk over meerdere leerlingen: zoeken van de materialen, vooraf de moertjes op de draadstangen draaien, aanspannen met 2 steeksleutels = 2 leerlingen, testgewichten zoeken, ...



3.1. De vlakke liggerbrug

3.1.1 We starten met het bouwen van een vlakke liggerbrug zoals afgebeeld hier onder.

Vlakke liggerbrug type 1 (met verbindingsstukken horizontaal gemonteerd)



Vlakke liggerbrug type 2 (met verbindingsstukken verticaal gemonteerd)



Gebruik de ring – steeksleutels om de zeskantboutjes en moeren aan te spannen



Wanneer alle onderdelen gemonteerd zijn, **leggen we de smalle staalplaat op de brug.**



3.1.2. Doe de test

Plaats de brug tussen twee tafels (op 45 cm tussenafstand)

Plaats een voorwerp van ongeveer 1 kg in het midden van de brug.

Wat stellen we vast?

.....

Hoe kunnen we de brug type 1 sterker maken?

.....

.....

Hoe kunnen we de brug type 2 sterker maken?

.....

.....

3.2. De vakwerkbrug

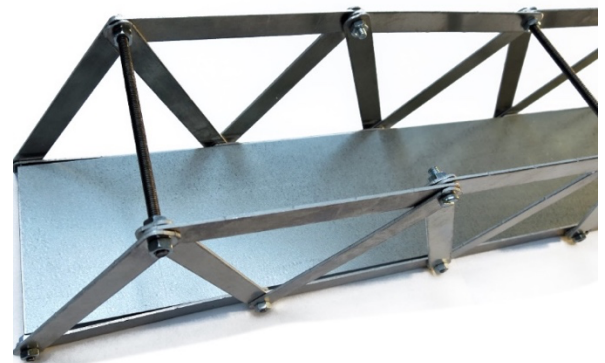
Een vakwerkbrug is een brugtype waarbij het brugdek gedragen wordt door brugpijlers en een vakwerk, een vaak metalen constructie bestaande uit driehoekige delen die de constructie stevigheid geven. Een vakwerkbrug wordt veelal gebruikt voor kleine tot middelgrote overspanningen.

Bij deze proef gaan we onderzoeken wat die brug zo stevig maakt. De techniek van driehoekconstructies wordt hier toegepast. Verbind een aantal driehoeken met elkaar en er ontstaat een stevig geheel.

3.2.1 Monteer nu de brug zoals afgebeeld hier onder.

Onderdelen

- Draadstang lengte 10 cm
- Zeskantboutjes en moertjes
- Verbindingsstukken
- Staalplaat (brugdek)



3.2.2 Doe de test

Plaats de brug tussen twee tafels (op 45 cm tussenafstand)
Plaats een voorwerp van ongeveer 1 kg in het midden van de brug.
Wat stellen we vast?

.....

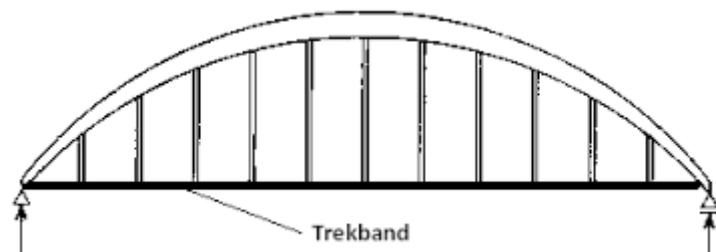
Plaats een voorwerp van ongeveer 10 kg in het midden van de brug.
Wat stellen we vast?

.....

Plaats de brug tussen twee gelijke voorwerpen en zoek een leerling met een gewicht van +/- 30 kg. Laat hem/haar met 1 voet in het midden van de brug staan. Wat stellen we vast?

.....

3.3 De boogbrug



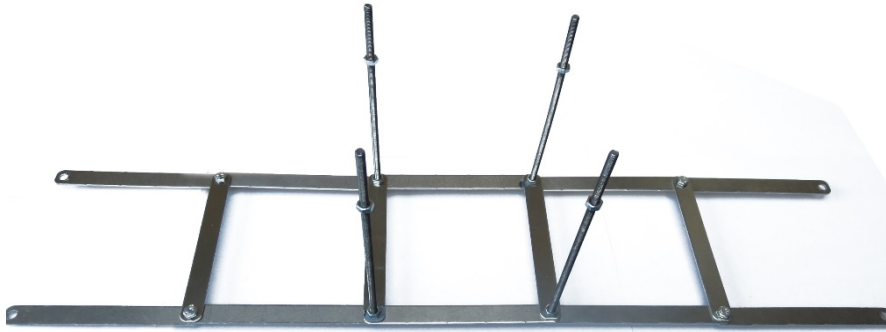
Boogbrug met een trekband voor een overbrugging van een straat: hierbij gaat al het verkeer over de trekband (wegdek) die onder de boog doorloopt. De weg is eigenlijk de trekband. De band (wegdek) hangt met stalen kabels of staven aan de boog vast waardoor de boog het gewicht van de trekband tilt en het gewicht verdeelt over de ganse boog. Boogbruggen kunnen zowel in beton als in staal uitgevoerd worden. De grotere overspanningen zijn vaak van staal.

Bij deze proef gaan we onderzoeken wat die brug zo stevig maakt. Op een vorige pagina konden we al lezen hoe sterk een boogconstructie is.

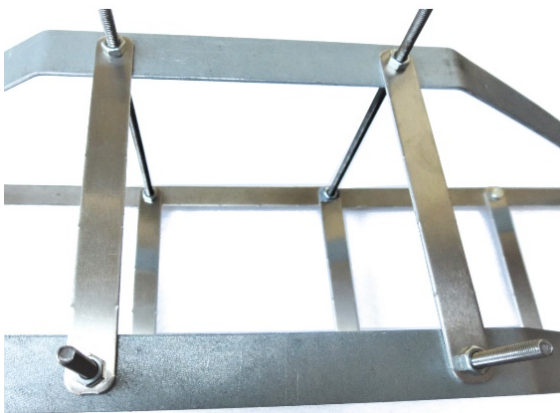
3.3.1 Monteer de brug zoals verder afgebeeld.

Onderdelen

- Draadstang lengte 10 cm
- draadstang lengte 15 cm
- Zeskantboutjes en moertjes
- Stalen boog met boringen
- Verbindingsstukken
- Staalplaat (brugdek)



Stap 1 (probeer de plaatjes in een goede volgorde te monteren)



Stap 2



Stap 3



Stap 4 **Leg de verzinkte plaat (wegdek) tussen de twee bogen.**

3.3.2 Doe de test

Plaats de brug tussen twee tafels (op 45 cm tussenafstand)

Plaats een voorwerp van ongeveer 1 kg in het midden van de brug.

Wat stellen we vast?

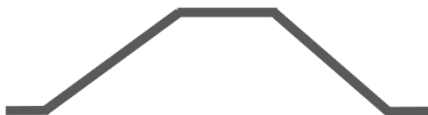
.....

Plaats een voorwerp van ongeveer van 10 kg in het midden van de brug.

Wat stellen we vast?

.....

Welke van de twee vormen is het sterkst?



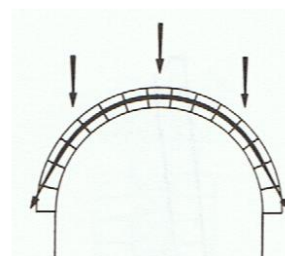
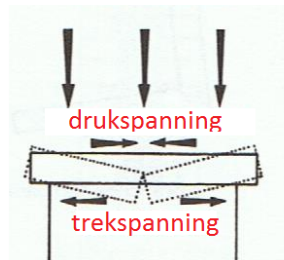
A



B

Deze brug kan mooi afgewrekt worden door op de uiteinden van de staafjes een hol buisje in kunststof op te plaatsen.

4. Meer info



www.bruggenstichting.nl

www.nemosciencemuseum.nl/media/filer_public/0b/30/0b30dfe2-c9a7-429c-ad97-79a7e57584ee/7driehoeken.pdf

www.ontdektechniektalent.be/documents/uploads/Z%20in%201_Lesbundel_Oplossing.pdf

<https://slideplayer.nl/slide/14627772>

www.techniekacademiethuis.be