



Materiaal

- 6 sets houten onderdelen (elke set bestaat uit 25 onderdelen)
- 6 stutbogen
- Eventueel de "infofiche", te kopiëren naargelang van het aantal leerlingen

Doelstellingen

- De nabije omgeving observeren
- Hypothesen formuleren
- Een protocol voor de verificatie van hypothesen bedenken
- Een onderzoeksrapport opstellen
- In een team werken

Woordenlijst

- Rondboog
- Spitsboog
- Steunboog
- Stutboog
- Blok/gewelfsteen
- Samendrukking
- Steunbeer
- Sluitsteen
- Spanwijdte

A. Inleiding

Dit groepswerk is geïnspireerd op de activiteit "démarche d'investigation et vouïte" die wordt voorgesteld op Eduscol, het nationaal portaal voor hulpbronnen van het Franse ministerie van Nationaal Onderwijs. De beschrijving van de activiteit, voorbeelden van documenten en een video kunnen worden geraadpleegd op de volgende webpagina:

http://eduscol.education.fr/sti/technologie-college/ressources_pedagogiques/demarche-dinvestigation-et-voute#fichiers-liens

De activiteit kan worden voorafgegaan door een uitstap in de buurt om er de opmerkelijke gebouwen te spotten. Spot zeker een gebouw met een boog (indien mogelijk een rondboog om voor afstemming te zorgen op het groepswerk, maar het principe is hetzelfde voor een spitsboog).

Als een uitstap geen optie is, kan de activiteit worden uitgevoerd op basis van een bekend Brussels gebouw: de Triomfboog van het Jubelpark.

B. Voorstelling van de probleemsituatie

L 5 min



Zicht op het booggewelf en de halve cirkel van het Jubelpark (foto 2010) - © Monumenten & Landschappen - Brussel





Triomfboog van het Jubelpark, details (foto 2007)
- © Monumenten & Landschappen - Brussel

De Triomfboog van het Jubelpark is zeer bekend in Brussel.

Hoe blijft deze structuur staan?

Waarom storten de bogen niet in?

C. Hypothesen en onderzoeksprotocol

🕒 10 min

De leerlingen worden verzocht om een blad te nemen, waarop ze hun hypothesen noteren en verduidelijken aan de hand van een schema.

Vervolgens bundelt de klas haar ideeën.

De leerkracht stelt vervolgens vragen aan de groep: **Hoe kunnen deze hypothesen worden geverifieerd en hoe kunnen we weten welke hypothese de juiste is?**

Als geen enkele leerling het voorstelt, stelt de leraar voor om een maquette van een boog te maken.

D. Onderzoek

🕒 15 min



Bouw van de boog met behulp van de ter beschikking gestelde onderdelen, met en zonder de stutboog. Foto's: Bernard Coeugnet.



De leerlingen worden in 6 groepen verdeeld en elk team krijgt een set houten onderdelen en een stutboog waarmee ze een boog moeten bouwen. De leerkracht legt in eerste instantie niet uit waarvoor de stutboog dient. Hij laat de leerlingen discussiëren en verschillende mogelijke samenstellingen testen.

Hij vraagt hen ook om tijdens de tests een onderzoeksrapport op te stellen, waarin het volgende moet worden toegelicht:

- de te verifiëren hypothese,
- het gebruikte materiaal,
- de ondernomen pogingen en de behaalde resultaten (met inbegrip van de mislukkingen).

E.

Bundeling en structurering van de kennis

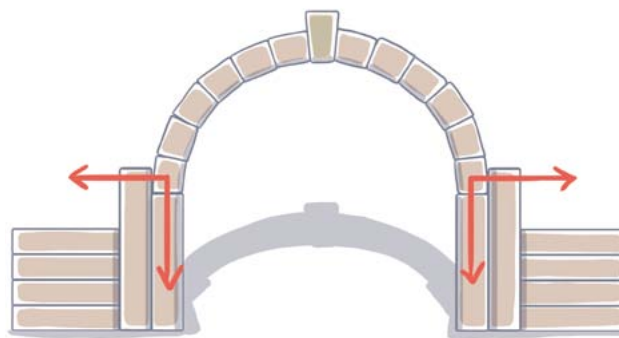
10 min

Wanneer alle groepen erin geslaagd zijn om hun boog te bouwen, worden de leerlingen verzocht om hun vaststellingen te delen.

Er moeten vier belangrijke vaststellingen worden gedaan:

- De stutboog is noodzakelijk om de boog te bouwen, maar die laatste blijft op eigen kracht en zonder cement staan zodra de stutboog is verwijderd.
- De onderdelen hebben een trapeziumvorm: het bovenste gedeelte van de blokken is breder dan het onderste gedeelte. Daardoor kunnen ze op elkaar steunen.
- De sluitsteen, het element in het midden van de boog, wordt als laatste geplaatst en maakt de boog stabiel. (Vraag een leerling om de sluitsteen te lokaliseren op de boog van de probleemsituatie.)

- De voet van de boog moet worden versterkt: aangezien de zijwaartse druk bijzonder hoog is, moeten er grote steunberen worden gebouwd.



De pijlen symboliseren de druk van de boog op de steunpijlers. De neerwaartse druk wordt opgevangen door de bodem; er moeten steunberen worden gebouwd om de zijwaartse druk op te vangen.

E.

Samenvatting

10 min

Om de in de klas gedane vaststellingen samen te vatten, kan de leerkracht een kopie van de "info-fiche" over de boog uitdelen, die beschikbaar is in de Schoolkit Duurzaam Bouwen. Lees de fiche samen en beantwoord de vragen van de groep.

De leerkracht kan de leerlingen ook vragen om deze samenvatting zelf op te stellen, alleen of per twee, in de klas of als huistaak.

A. De troef van de boog: zijn spanwijdte

Wanneer in een muur een opening moet worden gemaakt, bestaat de eenvoudigste manier erin om een rechthoekige opening te maken. Een bovendrempel wordt in horizontale positie op twee verticale stijlen geplaatst en daarop wordt de muur voortgebouwd. De bovendrempel is een steen, een houten balk of een metalen ligger. Als de opening breed is, bestaat evenwel het gevaar dat de bovendrempel doorbuigt of breekt onder het gewicht van de materialen.

Daarom is het nuttig, wanneer een grote ruimte moet worden vrijgemaakt, om een boog te bouwen. Het voordeel van deze voorziening bestaat erin dat de elementen ervan op elkaar steunen. Een boog is dus sterker en de afstand die hij "overbrugt" – we spreken van **spanwijdte** – is groter.

B. Wat is een boog?

In de architectuur is een boog een **samenvoeging van stenen of bakstenen die is bedoeld om een kleine of grote ruimte te overbruggen door middel van een kromming (of door de samenkomst van twee gebogen elementen).**

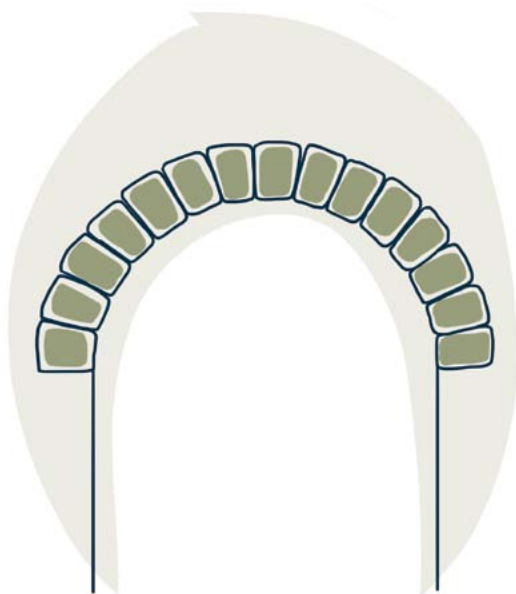
We onderscheiden heel wat soorten bogen op basis van hun vorm. De bekendste zijn:

De rondboog:

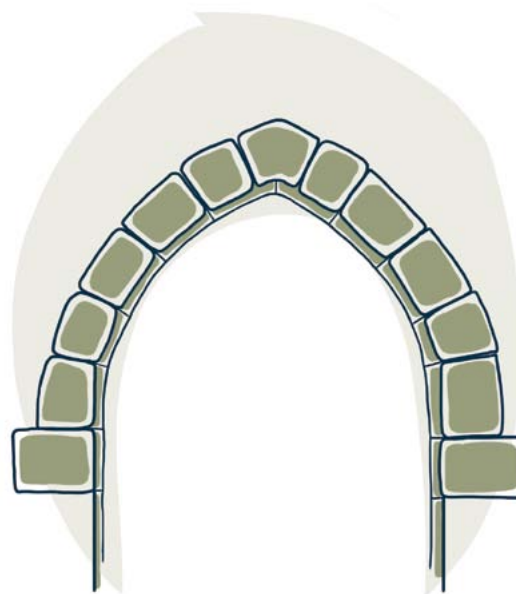
gevormd door een halve cirkel, wordt met name in de romaanse architectuur gebruikt.

De spitsboog:

gevormd door twee cirkelgedeelten die elkaar kruisen, voornamelijk terug te vinden in gotische gebouwen.

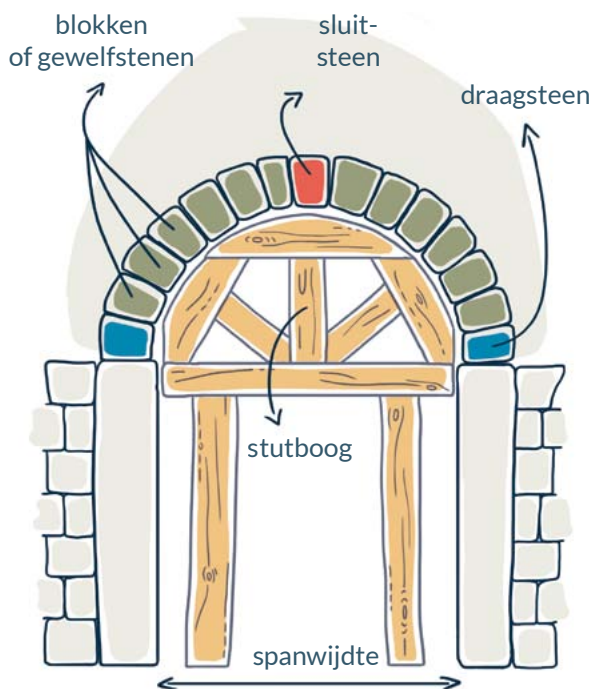


Rondboog.



Spitsboog.

C. De bouw van een boog



Een boog blijft dus staan op basis van het principe van de samendrukking: de **blokken** (of **gewelfstenen**) steunen op elkaar, aan weerszijden van de **sluitsteen**. De boog is pas stabiel wanneer hij compleet is.

Om de boog te bouwen, wordt daarom een (vaak houten) stelling gemonteerd, de zogenaamde **stutboog**. Deze stelling doet dienst als tijdelijke structuur waarop de blokken worden geplaatst. Daarbij worden de eerste blokken aan weerszijden van de opening op de pijlers geplaatst. Als laatste wordt de sluitsteen geplaatst, op het hoogste punt van de boog. Het is deze steen die het bouwwerk stabiel maakt. Vervolgens wordt de stelling gedemonteerd en later eventueel opnieuw gebruikt om een andere opening van dezelfde grootte te realiseren.

Er kan cement worden aangebracht tussen de stenen of bakstenen, maar het is wel degelijk door het gewicht van de elementen dat de boog blijft staan, en niet door de mortel.

D. Steunberen en steunbogen

We stellen vast dat een boog door zijn gewicht tegen de zijkanten "duwt" en geneigd is ze uit elkaar te drijven. Daarom is het noodzakelijk dat de pijlers die de boog ondersteunen, dik genoeg zijn. Om weerstand te bieden tegen deze druk, worden er **steunberen** gebouwd die de pijlers of muren versterken. Deze structuur kan ook worden ontlast door **steunbogen** te bouwen: dit zijn bogen die in de andere richting "duwen" en het geheel tegenhouden.

