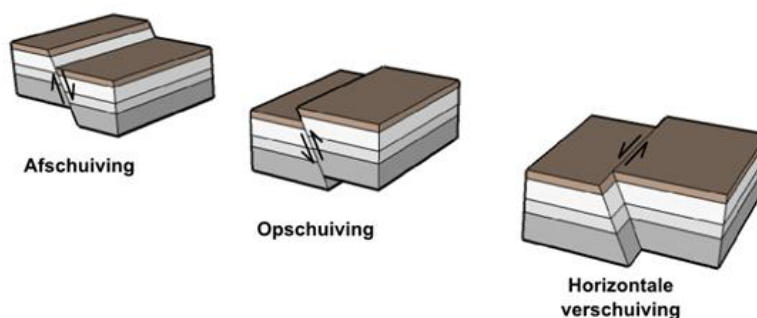


Platentektoniek in de klas: de tektoniekbak met een dwarsdoorsnede

Aanleiding van deze tektoniekbak

Bij het uitleggen van het ontstaan van aardbevingen als gevolg van platentektoniek in 5 havo, werd mij de volgende vraag gesteld: "Wat gebeurt er nou, als je op het epicentrum gaat liggen en er geen bomen en gebouwen om je heen te vinden zijn?" Het antwoord hierop wilde ik geven door het te laten zien, maar naar wat ik gemerkt heb, is het heel moeilijk om dit te visualiseren. De vraag diende echter een groter doel: Ik merkte namelijk dat de leerlingen het moeilijk vinden om een voorstelling te maken van datgene wat er onder onze voeten gebeurt. Dat de aardkorst geen geheel is, maar uit diverse platen bestaat, die bewegen door convectiestromen in de aardmantel, dat is voor de leerlingen te behappen. Maar wat gebeurt er met de grond waarop we staan, als er twee platen botsen, of juist van elkaar af bewegen? Het is voor leerlingen moeilijk om dat voor te stellen en het is belangrijk dat dit soort processen toch inzichtelijk worden gemaakt. Hoewel het onmogelijk is om dit soort verschijnselen helemaal in de realiteit te bekijken, wilde ik de leerstof op een eenvoudige manier concretiseren. Om het proces van plaatbewegingen en geomorfologische verschijnselen inzichtelijker te maken, heb ik besloten deze bak te ontwikkelen. Middels een dwarsdoorsnede worden de veranderingen in de aardlagen als gevolg van platentektoniek gevisualiseerd. Deze tektoniekbak geeft leerlingen de mogelijkheid om die koppeling tussen endogene processen en de geomorfologische gevolgen in een landschap te maken, maar nog niet om de voorkomende processen echt te lokaliseren. De bak kan worden ingezet bij een serie aan geologische practica, maar ook worden gebruikt ter ondersteuning van een theoretische uitleg of introductie.

De inspiratie om deze bak te maken komt van een Youtube instructiefilmpje, waarin middelbare scholieren voor een praktische opdracht, een soortgelijke bak hadden ontwikkeld. Ze probeerden daarmee het ontstaan van een aardbeving na te bootsen. Het idee vond ik zelf heel leuk bedacht wat prima ingezet kan worden in de les, maar de theorie achter de plaatbeweging die ze in hun filmpje gebruikten bleek niet realistisch. Het betrof namelijk enkel een opwaartse beweging van de afzonderlijke platen. In de figuur hieronder zijn deze plaatbewegingen genoemd als *afschuiving*, *opschuiving* of *horizontale verschuiving* die respectievelijk divergente, convergente en transforme plaatbewegingen illustreren. Met deze tektoniekbak is het mogelijk om opschuiving en afschuiving van aardplaten te laten zien.

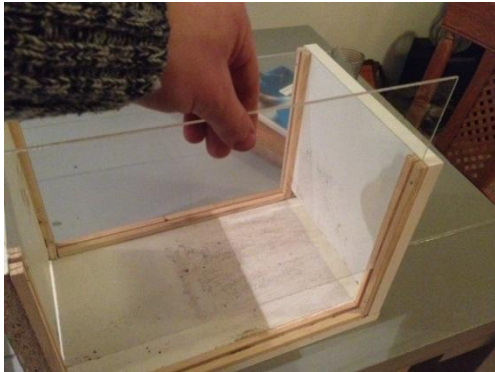


Figuur 1. Mogelijke plaatbewegingen (verkregen via B. Andeweg, VU Amsterdam, 2014)

Inzetten in de les

Voorbereiding

- Zet de bak (indien nodig) van tevoren in elkaar. Zie hiervoor de bijlage "Constructie van de tektoniekbak".



- Vul de tektoniekbak voor $\frac{3}{4}$ met zand. Gebruik hiervoor twee soorten (fijn) zand die in kleur duidelijk van elkaar zijn te onderscheiden en vorm om en om dunnen lagen. Hierdoor ontstaat er een pakket aan aardlagen in de tektoniekbak.

Let op: maak het zandpakket niet te zwaar!

- Zorg dat je een zak hebt waarin je het zand na het gebruik van de geoproef kunt opvangen. Het zand kun je ondanks de menging van de twee kleuren prima hergebruiken.

Uitvoering

Het nadeel van deze proef is dat je het nabootsen van plaatbewegingen niet eindeloos kunt herhalen. Nadat er met de platen is geschoven, is het onmogelijk om de aardlagen weer netjes in de beginopstelling terug te krijgen. Het is uiteraard wel mogelijk om met een camera de uitvoering van de proef te filmen.

-Convergerende plaatbeweging (opschuiving)

Met dit onderdeel kun je de vorming van plooiingsgebergte laten zien. Door de platen langzaam naar elkaar toe te bewegen zie je dat de verschillende lagen geleidelijk in/over elkaar worden geduwd .

Het naar elkaar toe schuiven van de platen heb ik twee leerlingen laten doen, maar je kunt ook zelf de regie houden. Je zult merken dat het schuiven in het begin lastig gaat, maar op het moment dat de opschuiving plaatsvindt, er schoksgewijs beweging is.

Stop de convergerende beweging als je het resultaat goed genoeg vindt en de aardlagen duidelijk zijn verschoven.



- Divergerende plaatbeweging (afschuiving)

Indien je eerst de vorming van plooingsgebergte hebt laten zien, is het niet noodzakelijk om de bak te vullen met nieuw zand. Als je de platen langzaam weer van elkaar schuift en terugbrengt in de startpositie zakken de aardlagen vanzelf mee!

Bij de divergerende plaatbeweging, wordt langzaam een *rift* zichtbaar, zoals we die in Oost-Afrika kennen. Wederom heb ik twee leerlingen gevraagd te helpen. Laat de twee leerlingen de platen langzaam van elkaar af schuiven. Je kunt het proces begeleiden en benadrukken door de beweging af en toe te stoppen. Het is de bedoeling dat er in het midden een rift ontstaat en dus er een geul wordt gecreëerd aan het oppervlak.

Indien het zand wat vochtig is, of het zand door de vorige proef teveel in elkaar is gedrukt zal het inzakken van het zand wat stroever gaan. Help het proces dan een beetje door met je vingers zachtjes op de breuklijn te duwen. Dan wordt de 'rift' vanzelf zichtbaar.

Wat vraag je van de leerlingen?

Het doen van een proefje slaat meestal erg aan, zeker als leerlingen zelf 'aan de knoppen' mogen zitten. Deze proef is ontwikkeld met een tweezijdige inslag. Enerzijds is de proef bedoeld om leerlingen te laten zien wat het mogelijke resultaat is van platentektoniek (plooingsgebergte, rift). Anderzijds leren de leerlingen kijken naar het proces. Wat gebeurt er precies als platen verschuiven?

Ter voorbereiding op deze proef is het belangrijk dat leerlingen weten hoe de aarde is opgebouwd, hoe convectiestromen ontstaan en wat platentektoniek is. Met die basis, kun je meer betekenis geven aan deze proef. Een korte herhaling van deze stof voorafgaande aan de proef is geen must, maar kan handig zijn. Leg vervolgens uit wat je met de tektoniekbak wilt gaan doen.

Laat leerlingen (met elkaar) bedenken wat er gaat gebeuren met de lagen zand, wanneer de platen respectievelijk naar elkaar toe en van elkaar af zouden schuiven.

Je kunt de proef uit laten voeren door de leerlingen.

Deze proef is zeer geschikt om leerlingen te vragen om niet alleen goed te kijken naar het resultaat, maar ook naar het proces. Wat zie je gebeuren als de platen in beweging komen?

Omdat het maar een klein model is, zijn vragen als: "wat als dit proces heel lang door zou gaan?" en "waar op de wereld, zou je dit verschijnsel terug kunnen vinden?" erg nuttig om na afloop met leerlingen te bespreken. Daarmee wordt ook het *lokalisieren* ingepast.

Tip: laat (een leerling) de proef filmen! Daarmee kun je de proef nogmaals laten zien. Je kunt de beelden stopzetten en het proces verduidelijken als dat nodig blijkt te zijn.

Constructie van de tektoniekbak

Zelf ben ik geen technisch wonder, maar dat maakt het juist des te leuker om zo'n bak zelf te maken! Wees niet gevreesd: Als zelfs ik het kan, dan kan jij het dus ook!

Ik heb er bewust voor gekozen om er geen maten bij te zetten. Je kunt de bak zo groot en zwaar maken als je zelf wilt. De bak die ik heb gemaakt is ongeveer 30x50x40 (LxBxH).

Voor het maken van de tektoniekbak is het volgende materiaal gebruikt:

- houten planken voor de bak (1x bodem, 2x korte zijde)
- Houten plank (voor de 'aardplaten')
- dunne latjes
- plexiglas (op maat gesneden)
- houten pinnen
- houtlijm
- spijkers

De onderkant

Zaag deze op maat, afhankelijk van de gewenste grootte. In de hoeken boor je gaatjes, zoals op onderstaande foto is te zien. Hier worden later de korte zijden in geplaatst. Bevestig op beide lange zijden twee dunne latjes met spijkertjes en/of houtlijm. Houdt tussen de twee latjes een ruimte van ongeveer een halve centimeter over. Deze latjes dienen namelijk als raamwerk, zodat er later plexiglas tussen kan worden geschoven.



De onderkant/bodem



De korte zijde

Zijkanten van de bak

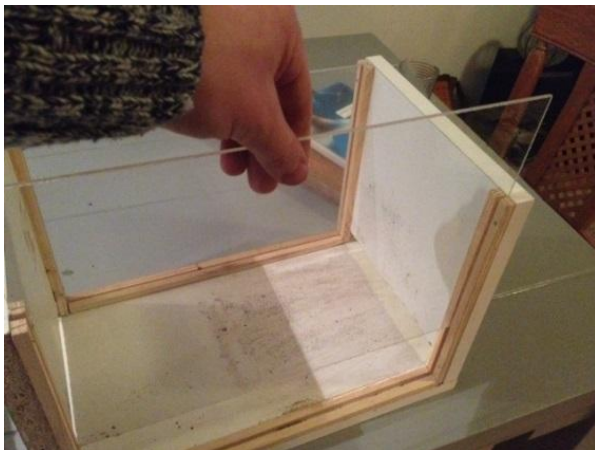
Voor de zijkanten heb ik (kortere) plankjes gebruikt. Aan de onderkant boor je in beide hoeken een gaatje en daar doe je een houten pin in. Op het plankje heb ik wederom latjes bevestigd voor het raamwerk. Maak aan de onderkant een inkeping tussen de latjes voor het raamwerk, zoals op de foto hierboven is te zien. Deze inkeping is nodig om later de 'aardplaten' in te schuiven.

Let dus op: De inkeping moet een stukje dieper uitgesneden worden dan de dikte van de plank die je als aardplaat gaat gebruiken! Die ruimte is nodig omdat de planken anders niet omhoog en omlaag kunnen bewegen.

-- Herhaal deze stap voor de andere korte zijde van de bak --

Bevestig de twee korte zijden op de onderkant/bodem van de bak door de houtpinnen in de gaatjes te plaatsen. (Gebruik hiervoor houtlijm, als je de bak niet meer uit elkaar wilt halen)

Controleer of het raamwerk op elkaar aansluit. Als dit het geval is, kun je het (plexi)glas tussen de latjes aan de lange zijde van de bak schuiven, zoals hieronder te zien is.



Maken van de 'aardplaten'

De bak zelf is nu af, alleen moeten de 'aardplaten' nog worden gemaakt.

Ik heb hiervoor wederom een houten plank gebruikt. Deze plank moet dezelfde breedte hebben als de eerder gemaakte inkepingen aan de korte zijden van de bak. (Daarnaast zijn de inkepingen in de korte zijden iets hoger dan de dikte van de plank, zodat je de aardplaten straks nog over elkaar heen kunt laten schuiven). De lengte van de plank die je als aardplaat gaat gebruiken is variabel, maar dient een stuk langer te zijn dan de bak zelf. (Dan heb je straks aan beide kanten van de bak de mogelijkheid om de platen te laten verschuiven).

Omdat je twee aardplaten nodig hebt, zaag je de lange plank in twee gelijke delen. Alleen zaag je de plank niet recht doormidden, maar schuin af onder een hoek van 45 -60 graden (zie hieronder). Zo kunnen de planken 'op- en afschuiven'. Dit heb ik laten doen bij een houtzagerij, maar kan ook bij een bouwmarkt.



De plaat in dit voorbeeld is afgesneden onder een hoek van 45 graden, wat volgens Bernd Andeweg (VU) een goed effect zou moeten geven voor de uitvoering van deze proef.

Schuif de platen door de inkepingen in de tektoniekbak.



Een gewenste plaatbeweging komt tot stand door de uiteinden van de platen naar elkaar toe te schuiven (convergent) of van elkaar af te bewegen (divergent). De tektoniekbak is nu af, maar dient voor het uitvoeren van de proef, nog wel gevuld te worden met zand. Ik heb daartoe twee soorten gebruikt: strandzand en potgrond, welke om en om, in dunne lagen, in de bak zijn aangebracht. De kleuren in grondlagen zorgen ervoor dat de gevolgen van plaatbewegingen bij het uitvoeren van de proef, veel beter te zien zijn. De ervaring leert dat de proef beter werkt op het moment dat er dunne lagen van fijn zand gebruikt wordt. Potgrond is handig ivm het kleurverschil, maar de structuur ervan is niet ideaal.

