

Onderzoek aardbevingen

Lesvoorbereiding

Korte omschrijving van de les

De leerlingen voeren in circuitvorm opdrachten uit. Ze voeren proefjes uit, beantwoorden vragen, lezen informatie en bestuderen kaarten in de atlas. Op deze wijze leren ze hoe aardbevingen in Groningen en elders in de wereld ontstaan.

Doel van de les

- De leerlingen leren over het ontstaan van aardbevingen en vergelijken de aardbevingen in Groningen met aardbevingen elders in de wereld.

Lesspecificaties

Duur

Ongeveer 90 minuten

Materialen

- Proefmateriaal (doorzichtige bak, zand, een blok hout, rubberen hamer)
- Marsrepen (voor iedere leerling één)
- Twee sponzen
- Teiltje/emmer met water
- Twee plankjes (ongeveer zo groot als de sponzen)
- Werkbladen (per tweetal)
- Computers/tablets
- (Bos)Atlassen met kaart aardbevingen en vulkanisme

Vorbereiding

- Deel de klas in tweetallen in.
 - Zorg dat het aantal stations overeenkomt met het aantal tweetallen dat is gevormd. Het kan nodig zijn om meerdere identieke stations te maken.
 - Leg het materiaal klaar.
-

Introductie

10 minuten

Voer de demonstratieproef uit (zie achtergrondinformatie). Vertel wat u van plan bent te doen. Vraag: 'Wat zal er gebeuren als ik met de hamer tegen de bak sla?' Laat de leerlingen met reacties komen.

Sla met de hamer tegen de bak of tegen de tafel waarop de bak staat. Dit veroorzaakt een schok waardoor het blok hout omvalt.

Voer een gesprek over wat in plaats van de hamer een schok kan veroorzaken. (Een aardbeving.)

Vertel dat de leerlingen over het ontstaan van aardbevingen in Groningen en elders in de wereld opdrachten gaan uitvoeren.

Instructie

5 minuten

Leg uit hoe het circuit werkt. De leerlingen hebben per onderdeel tien minuten om de vragen op de werkbladen te maken. Als ze antwoorden willen opzoeken dan kunnen ze daarvoor computers/tablets gebruiken.

Wijs er op dat de leerlingen een woordenboek kunnen pakken als ze een bepaald woord (bijvoorbeeld poreus, breuklijn of tektoniek) niet kennen.

Vertel dat in het afsluitende gesprek de aardbevingen in Groningen vergeleken zullen worden met de aardbevingen elders in de wereld. Vraag de leerlingen tijdens het circuit aantekeningen te maken van de verschillen die ze ontdekken.

Uitvoering

60 minuten

De leerlingen voeren in circuitvorm opdrachten uit.

De onderwerpen:

1. Onderzoek
2. Atlasopdracht rond breuklijnen
3. Weetjes over aardbevingen
4. Leven op breuklijnen
5. Ontstaan van aardbevingen
6. Transitie

Verrijkingsoopdracht voor de cognitief meer begaafde leerlingen (o.m. verschil tussen de schalen van Richter en Mercalli).

Loop rond. Stimuleer en controleer.

Afsluiting

15 minuten

Neem met de leerlingen de inhoud van de diverse stations door:

- Wat zijn ze te weten gekomen over de verschillende onderwerpen?

- Wat wisten ze al en wat was nieuw?
- Lukte het om de vragen te beantwoorden of liepen ze op bepaalde punten vast?

Vat het leerverhaal samen. Laat de betreffende leerlingen vertellen wat de uitkomst van de verrijkingsopdracht is. Laat hen het verschil uitleggen tussen de schaal van Richter en de schaal van Mercalli en laat hen uitleggen hoe het kan dat de aardbevingen in Groningen soms zwaarder worden beleefd dan op grond van de schaal van Richter mag worden aangenomen. (Zie voor de uitleg het antwoordblad bij de verrijkingsopdracht.) Waren er geen leerlingen die met deze opdracht aan de slag zijn geweest of kwamen ze er niet uit, neem de informatie uit de verrijkingsopdracht dan mee in de bespreking van de verschillen tussen de aardbevingen in Groningen en elders in de wereld.

Bespreek daarna met de leerlingen wat de verschillen zijn tussen de aardbevingen in Groningen en aardbevingen elders in de wereld. Vraag hen naar de verschillen die zij hebben ontdekt. Vul het verhaal van de leerlingen, indien nodig, aan met de onderstaande verschillen:

- De aardbevingen in Groningen worden veroorzaakt door gaswinning, dus menselijk handelen. Aardbevingen elders in de wereld worden meestal veroorzaakt door plaattektoniek en hebben dus een natuurlijke oorsprong.
 - De aardbevingen in Groningen vinden plaats op ongeveer 3 km diepte. Aardbevingen door plaattektoniek vinden plaats op zo'n 30 km diepte.
 - De aardbevingen in Groningen duren kort, een paar seconden. Aardbevingen door plaattektoniek laten de aarde soms wel twintig seconden of langer schudden.
 - De zwaarste aardbeving die in Groningen werd gemeten was er een met een kracht van 3.6 op de schaal van Richter. De zwaarste aardbeving elders in de wereld werd gemeten in Chili. Dit was een aardbeving met een kracht van 9.5 op de schaal van Richter.
 - Op tv zie je vaak dat aardbevingen door plaattektoniek een verwoestend effect kunnen hebben. De kracht en de duur van de aardbeving laat huizen en gebouwen instorten. De ravage is groot in gebieden waar veel mensen dicht op elkaar wonen, waar veel hoogbouw is en waar huizen slecht bestand zijn tegen de trillingen die een aardbeving veroorzaakt. In Groningen staan de huizen relatief ver uit elkaar (er is geen sprake van veel hoge flats die dicht tegen elkaar aan gebouwd zijn). Wel vinden er regelmatig 'lichte' aardbevingen plaats en niet alle huizen kunnen die trillingen weerstaan. Daardoor kan er schade aan huizen ontstaan. Omdat de aardbevingen met tussenpozen komen, en steeds op andere plaatsen ontstaan, is er tijd om de schade aan de huizen te inspecteren en te repareren. Waar nodig worden huizen versterkt zodat ze nieuwe en mogelijk sterkere aardbevingen beter aankunnen.
-

Achtergrondinformatie

Beschrijving demonstratieproef

De bodem van een doorzichtige bak is bedekt met een laag zand. Op het zand staat een blok hout recht overeind. Vraag aan de leerlingen wat zij denken dat er gaat gebeuren als u met de hamer tegen de bak of tafel slaat, en waarom zij dat denken. Geef verschillende leerlingen een beurt en vraag door op hun antwoorden. Sla daarna met de rubberen hamer tegen de bak of tegen de tafel waarop de bak staat en laat de leerlingen observeren. Bespreek daarna of hun verwachting is uitgekomen.

Circuitvorm

Na een van tevoren vastgestelde tijd moeten de leerlingen een andere opdracht uitvoeren. Ze rouleren. Het materiaal van een opdracht noemen we een station. De leerlingen gaan alle stations bij langs. Met betrekking tot de opdrachten: Leg het verband tussen de proeven bij station 1 met de informatie in bij station 5.

Eisen antwoorden circuitopdrachten

Veel van de opdrachten en vragen zijn pittig. Als de leerlingen ergens niet uitkomen, is dat niet erg. In de afsluiting komt alles aan de orde. Bedenk ook dat de voorgaande jaren reeds een concept op veel terreinen is gevormd waarop nu kan worden voortgebouwd.

Ook kunt u een oplossing zoeken in de samenstelling van de groepjes leerlingen, zodat de leerlingen steun bij elkaar kunnen zoeken.

U kunt ervoor kiezen de cognitief meer begaafde leerlingen uitsluitend de verrijkingsopdracht te geven. Bij de afsluiting pikken deze leerlingen de rest van de leerstof op.

Antwoordbladen

De antwoorden op de vragen op de werkbladen vindt u op de antwoordbladen bij deze les.

Leerverhaal

In de afsluitingsfase is het belangrijk te controleren wat de leerlingen hebben geleerd. Loop de diverse antwoorden bij langs en vat samen. Voor uzelf wordt het leerverhaal duidelijk wanneer u de onderstaande informatie over het ontstaan van de aardbevingen in Groningen en de antwoorden op de werkbladen (zie antwoordblad) doorleest.

Miljoenen jaren terug bevond een deel van het hedendaagse Europa en Nederland zich elders op de wereldbol en was ons land bedekt met tropisch regenwoud. In de loop van de geologische tijd is ons continent naar het noorden verschoven en volgden woestijn, zeeën, ijstijden en rivierdelta's elkaar op. De bodemmaterialen als zand, zout, kalk en sedimenten als klei vormen de ondergrond die we momenteel kennen in Groningen.

Het afgestorven materiaal van de regenwouden zijn onder invloed van druk en temperatuur gas gaan vormen. Dit gas wil van nature omhoog en migreert zo door de bovenliggende lagen. Tot dat het de zoutafzetting van de zeeën tegen komt. Deze zoutlaag is ondoordringbaar en plastisch (flexibel waardoor het niet breekt) en houdt het gas op z'n plaats. Naar links en rechts wordt het gas veelal tegengehouden door breukvlakken of omdat de zoutlaag een natuurlijke koepel vormt.

Het gas verzamelt zich in de poriën tussen de zandkorrels uit de woestijntijd. Dit rood gekleurde zandsteen ('Rotliegend' genoemd) is weliswaar sterk ineen gedrukt door de druk van de bovenliggende twee kilometer aan aardlagen, maar bevat in de korrelstructuur nog ruimte. Onder meer deze porositeit van het gesteente bepaalt hoe makkelijk het gas daarin kan bewegen.

Om het gas te winnen wordt vanaf het oppervlak een gat geboord, door alle aardlagen en het zout tot in het zandsteen op drie kilometer diepte. Het gat wordt voorzien van een stalen buis en uiteindelijk in de zandlaag voorzien van gaatjes (perforaties). Via deze gaten in de buis stroomt het gas omhoog.

Omdat het gas tussen de korrels wordt weggehaald daalt de druk in de zandsteenlaag en krimpt deze. Deze 'compactie' wordt veroorzaakt door de druk die de bovenliggende gesteentelagen uitoefenen op de zandsteen. De mate van compactie wordt onder meer bepaald door het soort zandsteen en de dikte van de laag. De korrelstructuur blijft echter intact, waardoor een veerbeweging terug – bijvoorbeeld indien zich een aardbeving voordoet of wanneer de druk in het reservoir wordt verhoogd – in beginsel mogelijk is.

In de zandsteenlaag zijn in de loop van miljoenen jaren breuken ontstaan door natuurlijke bewegingen in de aardkorst. Bijvoorbeeld door de tectonische beweging van de aardkorst die ook de Alpen heeft gevormd. In Groningen zijn er door middel van seismische golven ongeveer 1.500 in kaart gebracht. Deze breuken vormen soms ook blokken binnen het gasveld, waardoor het gas door het gehele veld soms wat minder stroomt of dat het gas opgesloten blijft op de plek waar de blokken verspringen.

De compactie die optreedt door het onttrekken van het gas heeft aan het oppervlakte een gelijkmatige daling van de bodem tot gevolg. Deze daling heeft de vorm van een bord, bijna zo groot als de provincie Groningen. Aan de randen is de daling klein (enkele millimeters) in het diepste punt nu ongeveer 30 centimeter. Het gevolg hiervan is met name dat de grondwaterspiegel stijgt. Met extra waterstaatkundige werken is deze relatieve stijging op te heffen. De bodemdaling is echter zo geleidelijk dat geen scheefstand van gebouwen optreedt.

Er zijn ook andere oorzaken van bodemdaling, die ook elders in Nederland voorkomen. De meest voorkomende zijn de inklinking van klei en de oxidatie van veen.

De compactie kan echter op drie kilometer diepte in het gasreservoir ook zorgen voor een ongelijke, zogeheten differentiële compactie in de blokken aan weerszijde van een breuk. Hierdoor kunnen de blokken ten opzichte van elkaar bewegen. Soms verloopt de beweging op zo'n breukvlak soepel en gelijkmatig en blijft deze onopgemerkt. Soms treedt deze echter schoksgewijze op.

Bij een dergelijke schoksgewijze beweging komt een hoeveel energie vrij die zich in de vorm van een trilling voortplant in alle richtingen en naar het aardoppervlakte. Het ondergrondse punt waar de beweging optreedt is het zogeheten 'hypocentrum'. Aan het aardoppervlakte wordt de trilling gevoeld in de vorm van een aardbeving en soms een 'knal' omdat de trilling zich ook voortzet in de lucht. De plek waar de beweging van het oppervlak het grootst is wordt het 'epicentrum' genoemd.

De aardbevingen die optreden bij de winning van gas worden geïnduceerde aardbevingen genoemd. In Zuid-Nederland komen ook natuurlijke aardbevingen voor omdat daar de aarde nog steeds van nature beweegt. Natuurlijke aardbevingen treden veel dieper in de aarde op en duren ook langer.

De hoeveelheid energie die vrij komt bij een aardbeving is niet te voorspellen en verschilt per keer. Deze kracht wordt veelal uitgedrukt in de term 'magnitude' volgens de Schaal van Richter. Over het algemeen kunnen aardbevingen vanaf magnitude 1 worden gevoeld. Of je een lichtere aardbeving voelt hangt af van de kracht, maar ook of deze overdag of 's nachts plaats vindt of wat je aan het doen bent. De zwaarst gemeten aardbeving als gevolg van gaswinning in Nederland was Magnitude 3,8.

De beweging van de grond – als ware het een rimpeling in het water als daar een steen in is gegooid – breidt zich in beginsel concentrisch uit en zwakt over afstand af. De mate van beweging en afzwakking wordt mede bepaald door de lokale bodemgesteldheid. Een beweging – ook wel 'grondversnelling' genoemd – in zand- of kleigrond heeft zo een

andere karakteristiek dan een grondversnelling van veengrond.

Gebouwen en andere objecten die gefundeerd zijn op en in de bovenste aardlagen nemen de beweging over en schudden met een frequentie die eigen is aan de aard en bouwwijze. Mede omdat aardbevingen als gevolg van gaswinning relatief kort duren in vergelijking met natuurlijke, tectonische aardbevingen, zullen gebouwen rond het epicentrum scheuren kunnen gaan vertonen, maar niet kapot schudden. Zwaardere schade waarbij constructieve delen van een gebouw schade oplopen en gebouwdelen kunnen bezwijken zijn zeer zeldzaam. Ook hier is dat afhankelijk van aard en bouwwijze.

Voor de mate waarin schade kan ontstaan wordt niet alleen de Schaal van Richter gebruikt, maar ook de Schaal van Mercalli of de Europese Seismische Schaal (EMS).

Om schade-effecten tegen te gaan kunnen zowel aan de oorzaak-kant als aan de gevolg-kant maatregelen worden getroffen. Het beheersen van de compactie kan door een lagere productie, een meer gelijkmatige productie met vermindering van grote drukverschillen en het handhaven van de druk door het gewonnen gas te vervangen voor een ander gas, bijvoorbeeld stikstof. Aan de gevolgkant zien de maatregelen met name op de herstellen en versterken van gebouwen om te voorkomen dat deze mogelijk bezwijken en persoonlijk letsel veroorzaken.

Door onderzoek weten we steeds meer van aardbevingen en de gevolgen daarvan.

Tot slot

Controleer of het verschil tussen aardbevingen in Groningen en elders duidelijk is geworden: de aardbevingen in Groningen vinden minder diep plaats en er is geen sprake van schuivende aardplaten. De oorzaak ligt bij menselijk handelen. Het effect van de aardbevingen is groter dan op grond van de schaal Richter aangenomen zou mogen worden.
