



### Een vulkaan onder Nederland

Jij bent de geoloog in dienst en verantwoordelijk voor het geruiststellen van de (Europese) bevolking. Jij moet bepalen wie er geëvacueerd moeten worden als de Zuidwal vulkaan uitbarst. Om dit te kunnen bepalen moet je eerst onderzoeken hoe de Zuidwal vulkaan is ontstaan, vervolgens ga je berekenen hoe gevaarlijk een uitbarsting kan zijn, en tenslotte stel je een evacuatie plan op met behulp van een Hazard map.



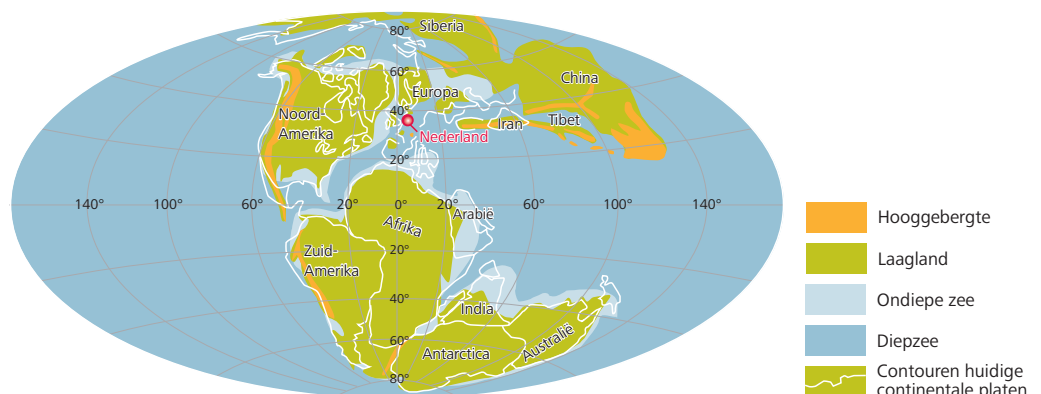
Afbeelding 1  
Zuidwal vulkaan

Je weet dat zich 2 kilometer onder het aardoppervlak in de Waddenzee een vulkaan bevindt. Deze vulkaan wordt de Zuidwal vulkaan genoemd (afbeelding 1). De vulkaan is in 1970 toevallig ontdekt bij gasboringen. De laatste uitbarsting was 160 miljoen jaar geleden. De vulkaan is inmiddels dood verklaard, maar betekent dat nu dat de vulkaan ook echt nooit meer gaat uitbarsten? Geologen kunnen een vulkaanuitbarsting helaas (nog) niet voorspellen, maar ze kunnen vulkanen wel grondig bestuderen. Voordat een vulkaan uitbarst geeft zij veel waarschuwingssignalen af. Geologen kunnen deze signalen bestuderen en interpreteren. Zo zullen er bijvoorbeeld in de aanloop naar een uitbarsting meer aardbevingen zijn. De magma die naar boven stuwt, veroorzaakt grote druk in de aardkorst. Hierdoor kan het aardoppervlak op en neer gaan bewegen. Ook kunnen er in de loop naar een uitbarsting veel gasen vrijkomen. Toch hoeven deze signalen niet te betekenen dat een vulkaan daadwerkelijk gaat uitbarsten. Andersom is het zo dat een vulkaan ook zonder waarschuwing uit kan barsten.

Geologen proberen met hun onderzoeken toch meer inzicht te krijgen in de activiteit van vulkanen. Hoe meer men te weten komt over het uitbarsten van vulkanen, hoe beter de maatschappij kan inspelen op het gevaar dat vulkanen met zich meebrengen.

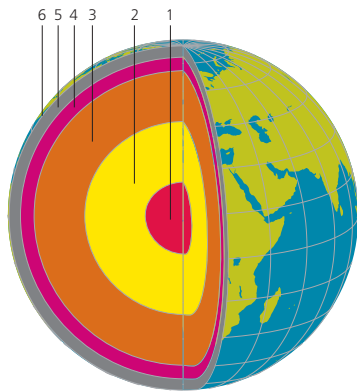
#### OPDRACHT 1 Hoe is de Zuidwal vulkaan ontstaan?

Om het ontstaan van de Zuidwal vulkaan te onderzoeken moet je eerst weten wat voor soort vulkaan het is en waar dit type vulkaan ontstaat. De Zuidwalvulkaan is ontstaan in het Jura tijdperk, 200-145 miljoen jaar geleden. Nederland bevond zich destijds op een heel andere plek op de aardbol (afbeelding 2).



Afbeelding 2 Jura tijdperk

**A** De Aarde is opgebouwd uit verschillende lagen. Benoem de lagen van de aarde van binnen naar buiten en zoek de verschillende temperaturen en dieptes van deze lagen op.

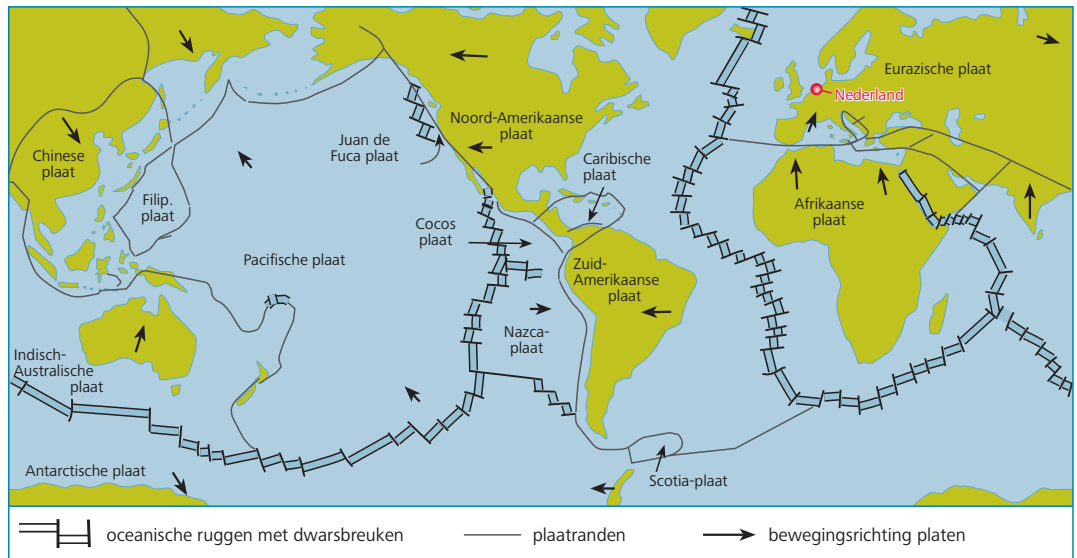


Afbeelding 3  
Opbouw aarde

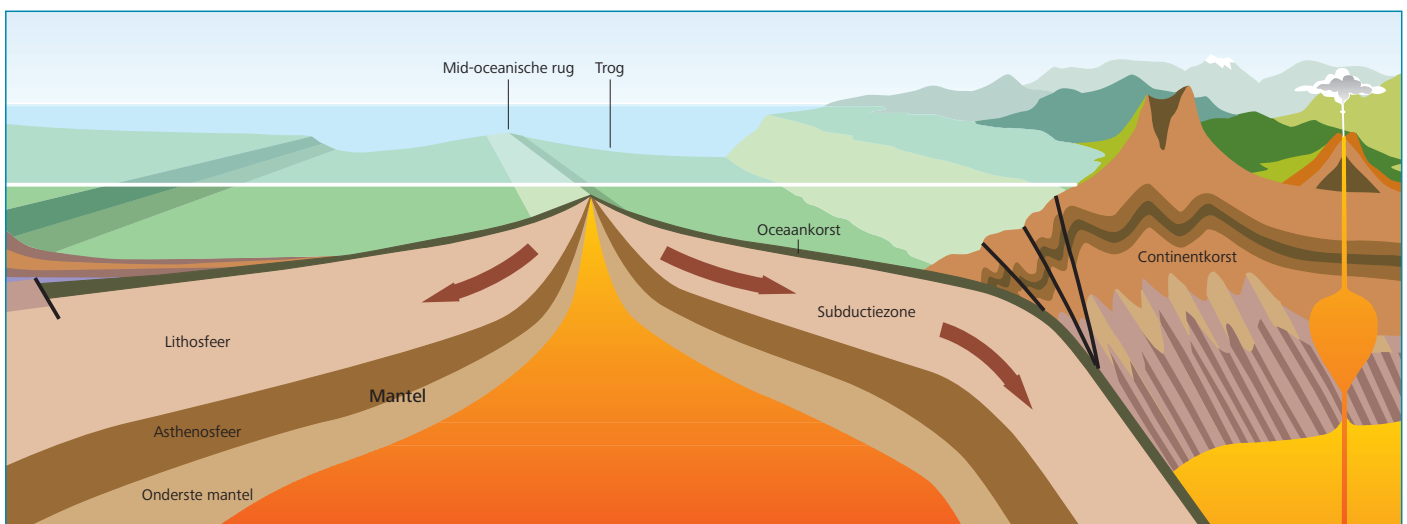
Aardlaag	Temperatuur (C)	Diepte (km)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

De bovenste laag, de lithosfeer, is relatief koud en breekbaar. Grote breuken verdelen de lithosfeer in een aantal afzonderlijke platen die voortdurend in beweging zijn. Platen tektoniek verklaart de beweging van deze losse platen en de gevolgen ervan, zoals aardbevingen, vulkanen en de ligging van bergrechten.

**B** Vergelijk de positie van Nederland in het Jura met de tegenwoordige positie van Nederland. Wat valt je op?



Afbeelding 4 Continentale platen



Afbeelding 5 Opbouw aarde

Er zijn vulkanen waarbij uitbarstingen rustig verlopen, maar er zijn ook heel explosieve vulkanen. Dit heeft te maken met de diepte van de oorsprong van de vulkaan (*afbeelding 5*). De oorsprong van een stratovulkaan ligt in de aardkorst, terwijl de oorsprong van een schildvulkaan in de mantel ligt.

**C Teken een stratovulkaan en een schildvulkaan en vul de tabel verder in.**

Soort vulkaan	stratovulkaan	schildvulkaan
Tekening		
Soort lava		
Noem een vulkaan van deze soort		
Het soort uitbarsting		
Kruis aan welke vulkaan de gevaarlijkste is		
Bij welke plaatbeweging komt deze vulkaan voor?		

De hoogte ( $h$ ) van de Zuidwal vulkaan is 1km en ligt onder een sedimentlaag van 2km met een gemiddelde dichtheid ( $\rho$ ) van  $2.2 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . De dikte van de continentale korst onder Nederland is circa 20km en heeft een gemiddelde dichtheid van  $3.0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . De dichtheden van de mantel en de magma zijn respectievelijk  $3.1 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  en  $2.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . De Aarde heeft een valversnelling ( $g$ ) aan het oppervlak van  $9.81 \text{ m s}^{-2}$ .

**FORMULEKAARTJE**

$$\rho_{\text{sediment}} \times g \times h_{\text{sediment}} + \rho_{\text{korst}} \times g \times h_{\text{korst}} + \rho_{\text{mantel}} \times g \times (S - h_{\text{totaal}}) = \rho_{\text{magma}} \times g \times S$$

$$J = (-\pi r^4 / 8\eta) (\rho_{\text{magma}} \times g)$$

$$V_{\text{average}} = (-r^2 / 8\eta) (\rho \times g)$$

$$V_{\text{maximum}} = ((\rho \times g) / 4\eta) r^2$$

$$Re = (2 \times r \times \rho_{\text{magma}} \times V_{\text{average}}) / \eta$$

**D Wat is de diepte van de oorsprong (S) van de Zuidwal vulkaan?**

**Tip:** gebruik de eerste formule!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**E Wat voor soort vulkaan is de Zuidwal vulkaan dus en hoe is zij ontstaan?**

---

---

---

---

---

**OPDRACHT 2 Hoe gevaarlijk is een uitbarsting van de Zuidwal vulkaan?**

Je hebt nu onderzocht hoe de Zuidwal vulkaan is ontstaan en wat voor soort vulkaan het is.

**A Hoe gevaarlijk verwacht je dat de uitbarsting is, en waarom?**

---

---

---

---

---

Hoe hoger de volumestroom, hoe compacter de stroom, en hoe hoger de viscositeit, hoe minder vloeibaar de magma.

Om een evacuatieplan op te stellen en een Hazard map te maken, moet je je verwachtingen wetenschappelijk kunnen aantonen.

Om het gevaar van de uitbarsting te bepalen, moet je weten hoe snel het magma omhoog komt. Hoe snel magma omhoog komt uit een vulkaan hangt af van de dichtheid ( $\rho$ ) van de magma en de valversnelling ( $g$ ). Hiermee kun je de volumestroom ( $J$ ) van de magma, volume per seconde, en de viscositeit ( $h$ ), oftewel stroperigheid, bepalen.

Om de snelheid van de lava te berekenen, moet je eerst de straal ( $r$ ) van de pijp waar het magma doorheen stroomt berekenen. Stel dat de volumestroom  $180 \text{ m}^3/\text{s}$  is en de viscositeit  $300 \text{ Pa s}$ .

**B Bereken de straal van de magmapijp.**

**Tip:** gebruik de tweede formule!

---

---

---

**C Bereken de maximale snelheid en gemiddelde snelheid van de omhoog komende magma.**

**Tip:** gebruik de derde en vierde formule!

---

---

---

Om iets te kunnen zeggen over de gedragingen van de lava-stroom, moet je het getal van Reynolds ( $Re$ ) gebruiken. Dit is het belangrijkste getal uit de stromingsleer en wordt gebruikt om te bepalen of een stroming laminair of turbulent is. Een laminaire stroom is gelaagd, rustig en constant. Een turbulente stroom is chaotisch en wervelend. Bij een lage Reynolds waarde ( $<2300$ ) is de stroom laminair en bij een hoge waarde ( $>3500$ ) turbulent.

**D Welke stroom verwacht je bij een schilvulkaan, en waarom?**

---

---

---

**E Bereken de lava-stroom van de Zuidwal vulkaan.**

**Tip:** gebruik de vijfde formule!

---

---

---

Hoe gevaarlijk een vulkaan is wordt in kaart gebracht door geologen. Vaak gaan geologen met meetinstrumenten het veld in om onderzoek te doen en vragen te beantwoorden. Deze kaarten worden 'Hazard maps' genoemd. Hazard maps bevatten informatie van de vulkaan en haar gedrag uit het verleden, een kaart van de omgeving, en informatie over hoeveel mensen er waar wonen. Verschillende kleuren op de kaart geven verschillende zones weer die gevaarlijk zijn om verschillende redenen, zoals waar modderstromen, gaswolken en lavastromen heen kunnen gaan, zodat evacuatieplannen gemaakt kunnen worden wanneer de vulkaan uitbarst.

**OPDRACHT 3 Evacuatie plan en Hazard map van de Zuidwal vulkaan**

Je weet nu hoe gevaarlijk een uitbarsting van de Zuidwal vulkaan zou kunnen zijn, maar je wilt geen onnodige paniek veroorzaken. Gebruik de uitkomsten van de voorgaande opdrachten om een evacuatieplan op te stellen en een Hazard map van de Zuidwal vulkaan te maken.

- A** Zoek de populaties van mensen op. Geef de grote steden weer op de Hazard map (afbeelding 6).



Afbeelding 6 Hazard map

- B** Hoe snel moet je zijn om de lava-stroom te ontsnappen?

---

---

---

---

- C** Welk vervoersmiddel raad je aan?

---

---

---

---

- D** Zoek een recente weerkaart op met windrichtingen en windsnelheden. Geef deze weer op je Hazard map.

- E** Geef de vluchtrichting aan op de Hazard map.

- F** Verwacht je nog meer problemen die een uitbarsting zou kunnen veroorzaken?

---

---

---

---

---

## Meer informatie

beeldbank.schooltv.nl (klik op 'aardrijkskunde' en op 'natuurgeweld')  
members.home.nl/vulkanenfilmpjes

www.vulkanen.nl  
www.natuurinformatie.nl  
www.google-earth-wereld.nl/natuur.htm  
www.volcano.si.edu (Engels; Google Earth file met alle vulkanen)

Handige link voor presentaties: [www.egu.eu/media-outreach/gift/home.html](http://www.egu.eu/media-outreach/gift/home.html).  
Andere eventueel bruikbare site: [www.geo.uu.nl/~nars](http://www.geo.uu.nl/~nars).

---

Het onderwerp van deze les is een voorbeeld van een onderwerp dat behandeld wordt in de studie **Aardwetenschappen**, aan de Faculteit Geowetenschappen van de Universiteit Utrecht. Aardwetenschappen is een brede natuurwetenschappelijke opleiding. Je combineert aspecten uit de natuurkunde, scheikunde, wiskunde, biologie en aardrijkskunde om aardwetenschappelijke processen te begrijpen. Je verdiept je in processen op het aardoppervlak, in de aardkorst of in het binnenste van de aarde. En draagt zo bij aan de kennis van belangrijke maatschappelijke thema's zoals klimaat-verandering, zeespiegelstijging, natuurrampen, de voorraad olie, gas en schoon drinkwater en vulkanenuitbarstingen.

---

[www.uu.nl/geo](http://www.uu.nl/geo)



**Universiteit Utrecht**

**Colofon** Dit is een uitgave van de faculteit Geowetenschappen Universiteit Utrecht. Door: Sara Voûte, Hannah Mai van Dijkhuizen en Mies Mikx  
Design & Cartografie: C&M | (Carto-)grafische Vormgeving 8067  
Deze uitgave is gemaakt in het kader van een Sprint project 2011