

# Mexico kan het schudden

## Doelgroep

De lesbrief is bedoeld voor leerlingen in de onderbouw vmbo, havo en vwo. Het uitwerken van de opdrachten kost de leerling ongeveer een tot anderhalf lesuur (van 50 minuten).

## De onderzoeksvragen

De leerling zoekt een antwoord op de volgende **hoofdvraag**:

**Waarom wordt Mexico zo vaak getroffen door aardbevingen?**

Om tot een antwoord op de onderzoeksvraag te komen worden de volgende deelvragen gesteld:

1. Hoe ontstaan de Mexicaanse aardbevingen?
2. Wat zijn de kenmerken van een aardbeving?
3. Hoe vaak komen aardbevingen voor in Mexico?
4. Waarom is de schade juist in Mexico-Stad vaak groot?

## Hoe en waarmee?

- De leerling gebruikt de Grote Bosatlas (54° of 55° druk) of de Kleine Bosatlas (61° druk).
- Bij een aantal vragen heeft de leerling internet nodig.
- De leerling kan alleen werken of samen met een medeleerling.

## Introductie in de klas

Besprek met de leerlingen de tekst *Mexico kan het schudden*.

Bekijk samen het filmpje van SchoolTV: Aardbevingen Waardoor ontstaan ze?

 <https://www.schooltv.nl/video/aardbevingen-waardoor-ontstaan-ze/> (2min4sec)

Gesproken tekst:

De aardkorst is niet één geheel maar bestaat uit verschillende stukken die als een legpuzzel in elkaar passen. Die stukken noemen we "platen", en die platen bewegen ten opzichte van elkaar. Als de platen langs elkaar heen bewegen, gaat dat niet altijd even soepel. De platen geven veel weerstand en houden elkaar tegen. Er ontstaat een grote spanning, die duurt totdat de platen ineens losschieten. Dat losschieten geeft een enorme schokgolf: een aardbeving!

Recht bóven de aardbevingshaard, op het aardoppervlak, ligt het epicentrum. Daar is de schok het heftigst. Maar ook veel verder weg is de aardbeving te voelen. Kijk maar naar Mexico-City. Die stad lag wel 400 kilometer van het epicentrum van een aardbeving, maar werd er in 1985 tóch door verwoest.

De Golden Gatebrug in San Francisco. Deze stad aan de Westkust van de Verenigde Staten heeft regelmatig last van aardbevingen. Één van de zwaarste vond plaats in 1906. Het centrum van San Francisco veranderde in één grote puinhoop. Er ontstonden branden die 3 hete, lange dagen duurden.

Rond San Francisco zijn vaak aardbevingen omdat de stad vlakbij de grens van 2 platen gebouwd is: de Noord-Amerikaanse- en de Pacificische Plaat. En die twee platen schuiven langzaam langs elkaar heen. Nu ligt Hollywood nog 650 kilometer ten zuiden van San Francisco. Maar over 12 ½ miljoen jaar zal Hollywood ten nóorden van San Francisco liggen!

### Oriëntatie voor de docent

Over de kracht en de schade van een aardbeving:

- <https://www.youtube.com/watch?v=VS5zfR4g1z8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=t7wJu0Kts7w>
- <https://www.youtube.com/watch?v=aHUCMFsfOO8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xKUf2foBRew>

Als een aardbeving ontstaat vanwege schuivende platen rond de breuklijnen, dan kan er sprake zijn van 3 verschillende bewegingen. De plaats waar een aardbeving plaatsvindt wordt het hypocentrum genoemd. De plaats op het aardoppervlak recht boven het hypocentrum wordt het epicentrum genoemd. Op deze plek is de aardbeving altijd het zwaarst.

 <http://www.aardbeving.net/sites/wat-is-een-aardbeving.html>


Zware aardbevingen en subductiezones:

*In fact, earthquakes with a magnitude of 9.0 or higher can occur only in subduction zones. Typically, about one quake of magnitude 8 or higher occurs somewhere in the world every year; there are about a dozen quakes of magnitude 7 or higher annually. So far, 2017 has actually been a "quiet year" for earthquakes. According to U.S.G.S. data, about 4,200 earthquakes of magnitude 4.5 or higher have occurred around the world so far this year (d.d. 1 oktober 2017).*

Het krantenartikel Aardbevingsalarm behoedt Mexico voor veel meer doden:

 <https://www.trouw.nl/home/aardbevingsalarm-behoedt-mexico-voor-veel-meer-doden~aef0815e/>

Het artikel Mexico City Doomed By Its Geology To More Earthquakes:

 <http://www.npr.org/sections/thetwo-way/2017/09/20/552428176/mexico-city-doomed-by-its-geology-to-more-earthquakes>

Over aardbevingsbestendig bouwen, bijvoorbeeld het aanbrengen van versterkende structuren zoals dwarsbalken en rollagers onder een gebouw:

- Aardbevingsbestendig bouwen (Kennislinkartikel)  
<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/aardbevingsbesteding-bouwen/>
- Earthquake Engineering (Wikipedia, Engels)  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Earthquake\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/Earthquake_engineering)

Een geo-animatie over plaatbewegingen en plaatgrenzen:

 <http://dusk.geo.orst.edu/oceans/PPT/PlateMotion.html>


Een geo-animatie van een subductie gebied (zoals Mexico):

 [http://hmxearthscience.com/Warehouse/geology/plate\\_tectonics/animations/Subduction%20Boundary.swf](http://hmxearthscience.com/Warehouse/geology/plate_tectonics/animations/Subduction%20Boundary.swf)

Over convergerende plaatbeweging:

 <https://www.youtube.com/watch?v=n0NoSHIL8ew>

Over de hulp na de aardbeving in Mexico:

 <https://www.trouw.nl/home/mexicaanse-dorpen-voelen-zich-in-de-steek-gelaten-door-regering-na-aardbeving~a95a5725/> Jan-Albert Hootsen; 24 september 2017

## Opgave 1

### Hoe ontstaan de Mexicaanse aardbevingen?

#### Vraag 1 De eerste van vier

- a De plaats in de aardkorst waar de aardbeving ontstaat noem je hypocentrum. De plaats waar de trillingen het aardoppervlak bereiken heet epicentrum.
- b Het centrum van de aardbeving was in zee. In Chiapas wonen betrekkelijk weinig mensen.
- c A = Noord-Amerikaanse plaat  
B = Cocosplaat  
C = Pacifische plaat  
D = Caribische plaat  
E = Zuid-Amerikaanse plaat
- d De oceaankorst met de naam **Cocosplaat** beweegt zich met een snelheid van **67** mm per jaar in de richting van de vastelandkorst met de naam Noord-Amerikaanse plaat. De platen botsen en de **zwaardere** oceanische plaat duikt heel langzaam onder de **lichtere** vasteland plaat. Dit verschijnsel noem je **subductie**.

#### Vraag 2 Een patroon

- a De zwaarste bevingen liggen op een lange rij / langs de kust.
- b Een ring rond de Stille Oceaan / Pacifische Oceaan / Grote Oceaan van veel aardbevingen en vulkaanuitbarstingen.
- c Daar schuift de oceaankorst onder de vastelandkorst / daar is subductie van de oceaanelaten onder de continentale platen. Door de wrijving ontstaat spanning, die zich ontlad in aardbevingen.
- d Geologen kunnen behoorlijk goed voorspellen óf er ergens een aardbeving komt, maar niet **wanneer**. Op aardbevingsrisicokaarten kleurt Mexico steevast dieprood. Het betekent dat de kans op een aardbeving extreem **groot / hoog** is.

## Opgave 2

### Wat zijn de kenmerken van een aardbeving?

#### Vraag 1 Hoe meet je een aardbeving?

- a De P-golf. Die is sneller dan de S-golf.
- b De oppervlaktegolven /de Love-golven en Rayleigh-golven
- c

Soort golf	Oppervlaktegolf of volumegolf?	Snelheid (km/sec)	Kies de beweging van de golf:
P-golf	<i>volumegolf</i>	4 - 7 km/sec	Duwen en uitrekken als een veer
S-golf	<i>volumegolf</i>	2 - 5 km/sec	Op en neer ronddraaien als een springtouw
Love-golf	<i>oppervlaktegolf</i>	2 - 3 km/sec	Heen en weer als een slang
Rayleigh-golf	<i>oppervlaktegolf</i>	2 - 3 km/sec	Op en neer als een excentrisch wiel

**BRON 9** Soorten aardbevingsgolven.

**Vraag 2 Hoe bepaal je waar het epicentrum van een aardbeving is?**

- a Met de letter C.
- b Drie stuks. Twee cirkels snijden elkaar op twee punten. Drie cirkels kunnen elkaar maar op één punt snijden. Dat moet wel het epicentrum zijn.

**Vraag 3 De kracht en de gevolgen van een aardbeving.**

- a Die was 7,1 op de schaal van Richter.
- b A = Richter  
B = Mercalli
- c Schaal B, Mercalli
- d In Italië / het Middellandse Zeegebied komen heel veel aardbevingen voor. Mercalli had dus veel te maken met de ernstige gevolgen van aardbevingen.

**Opgave 3****Hoe vaak komen aardbevingen voor in Mexico?****Vraag 1 Frequentie en magnitude**

- a Hoe lichter een aardbeving, hoe **vaker** zo'n beving plaatsvindt. Hoe zwaarder een aardbeving, hoe minder **vaak** zo'n beving voorkomt.
- b

Mexico had	Aantal aardbevingen (waarneming op 9 oktober 2017):
in de afgelopen 24 uur:	1
in de afgelopen 7 dagen:	18
in de afgelopen maand:	257
in het afgelopen jaar:	1.524

**BRON 16** Aardbevingen met een magnitude van 1,5 of meer in Mexico.

- c Aardbevingen met een magnitude minder dan 3 komen hebben meestal een **ondiep** hypocentrum. Van de zwaardere aardbevingen ligt het hypocentrum **dieper**.
- d Hoe dieper een aardplaat zakt, hoe groter de druk van de gesteenten aan weerskanten van de breuk en hoe meer de spanning oploopt. De ontlading is op grotere diepte dus groter.

**Vraag 2 Frequentie en maatregelen**

- a In 1985. Die beving had een kracht van 8,1 op de Schaal van Richter.
- b De vorige zware beving was al meer dan 32 jaar geleden. De kans is groot dat binnen 30 jaar zo'n zware aardbeving weer toeslaat in Mexico.
- c
  - Hoeveel mensen er in een gebied wonen.
  - Hoeveel gebouwen, wegen en verkeer er zijn in een gebied.
  - Hoe welvarend een gebied is / wat het gebied betekent voor het land.
  - Hoe groot de kans is op weer een zware aardbeving.

## Opgave 4

### Waarom is de schade juist in Mexico-Stad vaak zo groot?

#### Vraag 1 Een kwetsbare hoofdstad

- a** Doordat Mexico-Stad gebouwd is op zachte grond die makkelijk water opneemt, werden de trillingen versterkt en had de stad erg te lijden onder de aardbeving.
- b**
- Ziekenhuizen en scholen / overheidsgebouwen moeten voldoen aan het bouwbesluit uit 2004.
  - Gebouwen zijn versterkt met beton en staal.
  - Wolkenkrabbers hebben schokdempers.

## Samenvatting

Puzzelbegrippen.

### Horizontaal

- 6 Epicentrum
- 7 Seismisch alarm
- 8 magnitude
- 11 Richter
- 12 oceaankorst
- 13 subductie
- 14 Cocosplaat
- 15 aardmantel
- 16 Hypocentrum
- 17 Lovegolf

### Verticaal

- 1 Chiapas
- 2 wrijving
- 3 tektoniek
- 4 volumegolf
- 5 schokdemper
- 7 Sasmex
- 8 Mercalli
- 9 breuklijn
- 10 frequentie