

Klas 5

de

RUSTELOZE

AARDE



DE RUSTELOZE AARDE

De aarde leeft... daar komen jullie in dit 'dossier' meer over te weten.

Voortdurend vinden er aardbevingen plaats en ook vulkanen kunnen na een slaap van duizenden jaren 'opeens' wakker worden en uitbarsten.

AARDBEVINGEN

Per jaar vinden er meer dan 50.000 aardbevingen plaats. De meeste zijn echter zo licht dat we er niets van merken.

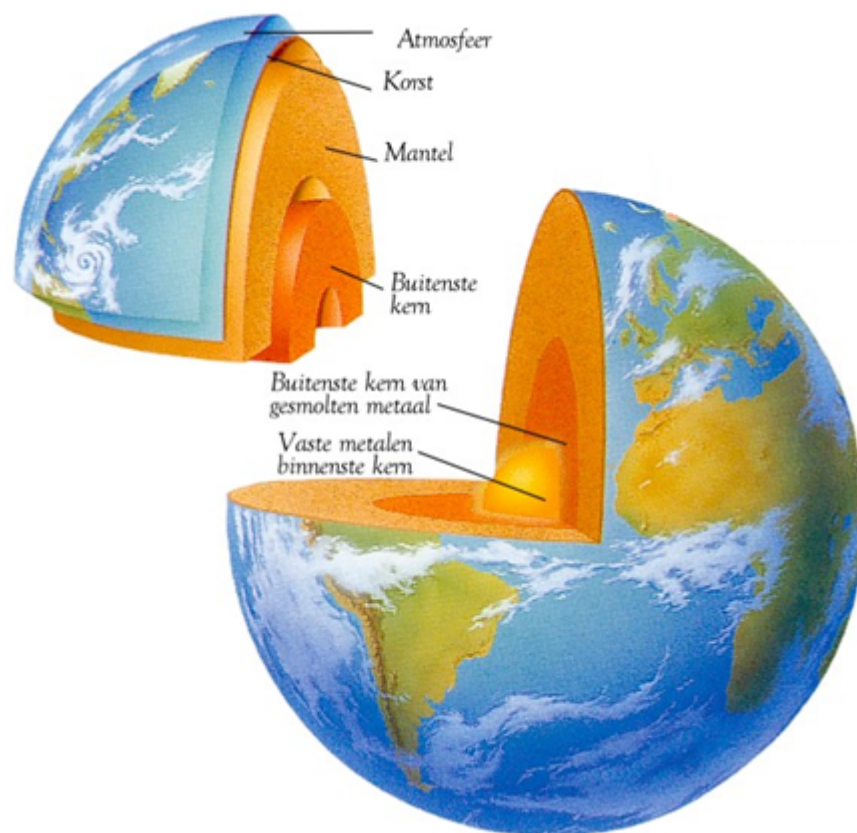
Hoe aardbevingen ontstaan? Waar ze voorkomen? Hoe we ze meten? Wat de gevolgen zijn? Dat gaan we allemaal bekijken... Maar eerst gaan we het over de aarde zelf hebben, want dat is nodig om een en ander te kunnen begrijpen.

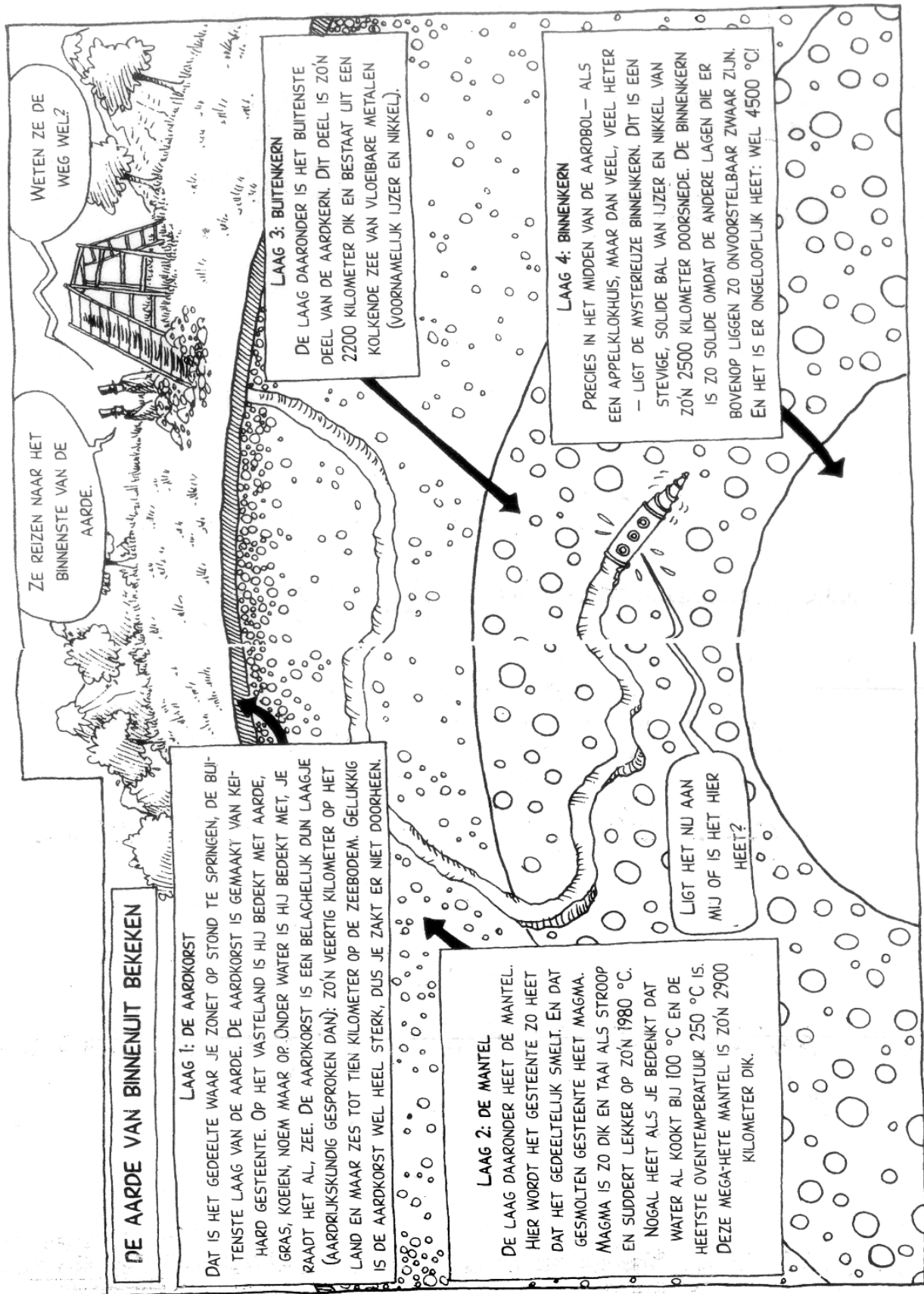
De aarde kun je qua bouw een beetje vergelijken met een sinaasappel.

De aarde heeft ook een schil, die we aardkorst noemen. Die aardkorst is heel stevig en bestaat uit rotsen en steenlagen. De dikte van de aardkorst varieert van 8 tot 64 km.

Onder de aardkorst bevindt zich de mantel. De mantel bestaat uit gloeiendheet gesteente dat 'taai-vloeibaar' is (een soort steen soep). Dit gesteente noemen we magma. De mantel is zo'n 2900 km dik en de temperatuur is 1500 tot 3000°C.

Het binnenste van de aarde noemen we de kern. Er is een buitenkern (gesmolten ijzer, 2200 km dik) en een binnenste kern. (Vaste metalen, 1250 km dik) De temperatuur loopt hier tot zo'n 4300°C op.





DE AARDE VAN BINNENJUIT BEKEKEN

WETEN ZE DE WEG WEL?

ZE REIZEN NAAR HET BINNENSTE VAN DE AARDE.

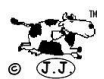
LAAG 1: DE AARDKORST
 DAT IS HET GEDEELTE WAAR JE ZONET OP STOND TE SPRINGEN, DE BLIJTENSTE LAAG VAN DE AARDE. DE AARDKORST IS GEMAAKT VAN KEIHARD GESTEENTE. OP HET VASTELAND IS HIJ BEDEKT MET AARDE, GRAS, KOEÏEN, NOEM MAAR OP. ONDER WATER IS HIJ BEDEKT MET, JE RAADT HET AL, ZEE. DE AARDKORST IS EEN BELACHELIJK DUN LAAGJE (AARDRIJKSKUNDIG GESPROKEN DAN): ZON' VEERTIG KILOMETER OP HET LAND EN MAAR ZES TOT TIEN KILOMETER OP DE ZEEBODEM. GELIJKIG IS DE AARDKORST WEL HEEL STERK, DUS JE ZAKT ER NIET DOORHEEN.

LAAG 3: BUITENKERN
 DE LAAG DAARONDER IS HET BUITENSTE DEEL VAN DE AARDKERN. DIT DEEL IS ZON' 2200 KILOMETER DIK EN BESTAAT UIT EEN KOLKENDE ZEE VAN VLOEBARE METALEN (VOORNAAMELIJK IJZER EN NIKKEL).

LAAG 2: DE MANTEL
 DE LAAG DAARONDER HEET DE MANTEL. HIER WORDT HET GESTEENTE ZO HEET DAT HET GEDEELTELIJK SMELT. EN DAT GESMOLTEN GESTEENTE HEET MAGMA. MAGMA IS ZO DIK EN TAAI ALS STROOP EN SUDDERT LEKKER OP ZON' 1980 °C. NOGAL HEET ALS JE BEDENKT DAT WATER AL KOOKT BIJ 100 °C EN DE HEETSTE OVENTEMPERATUUR 250 °C IS. DEZE MEGA-HETE MANTEL IS ZON' 2900 KILOMETER DIK.

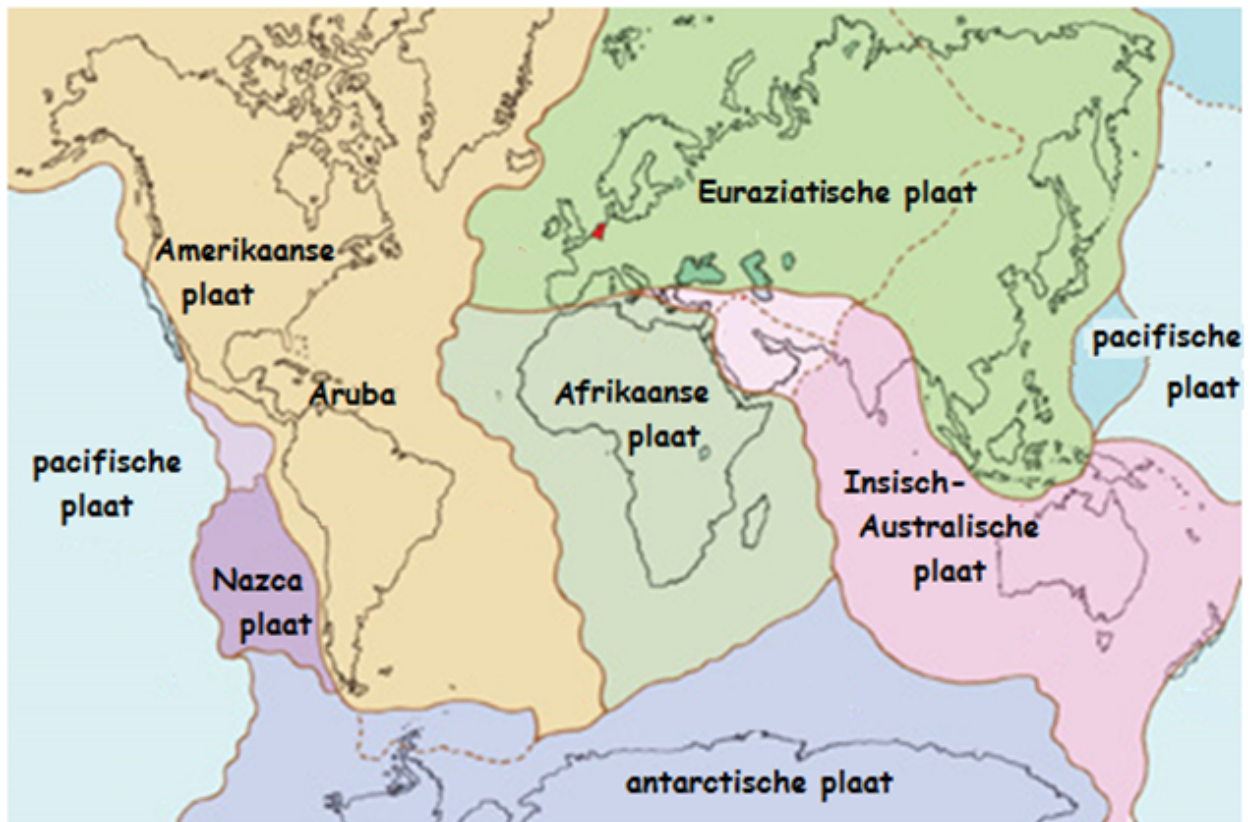
LAAG 4: BINNENKERN
 PRECIÏS IN HET MIDDEN VAN DE AARDBOL - ALS EEN APPELKLOKHUIS, MAAR DAN VEEL, VEEL HETER - LIGT DE MYSTERIEUZE BINNENKERN. DIT IS EEN STEVIGE, SOLIDE BAL VAN IJZER EN NIKKEL VAN ZON' 2500 KILOMETER DOORSNEDE. DE BINNENKERN IS ZO SOLIDE OMDAT DE ANDERE LAGEN DIE ER BOVENOP LIGGEN ZO ONVOORSTELBAAR ZWAAR ZIJN. EN HET IS ER ONGELOOFLIJK HEET: WEL 4500 °C!

LIGT HET NU AAN MIJ OF IS HET HIER HEET?



BEWEGING VAN DE AARDKORST

Nu is het erg belangrijk dat je weet dat er in de mantel bepaalde stromingen voorkomen (de convectiestromen). Zoals water kan stromen, kan bewegen, zo beweegt ook het magma in de mantel. De aardkorst beweegt mee op die stromingen en hierdoor zijn er scheuren in de aardkorst ontstaan. De aardkorst bestaat dan ook niet uit één stuk, maar uit verschillende stukken die als een puzzel in elkaar passen. Zo'n stuk noemen we een schol of een plaat. De plek waar de ene plaat een andere plaat raakt noemen we een breuklijn. In de buurt van die breuklijnen vind je bergen, komen aardbevingen voor en zijn vulkanen.



Aruba ligt op de

Zoek en plak hier een plaatje
van een vulkaan

CONTINENTENDRIFT

Die beweging van de platen is al miljoenen jaren bezig. De aarde zag er vroeger anders uit dan nu en zal er in de toekomst ook totaal anders uit gaan zien. We noemen dit bewegen van de werelddelen continentendrift.

200 miljoen jaar geleden lagen alle continenten aan elkaar. Dit noemen we de Pangea. Toen zijn ze 'op drift geraakt'.

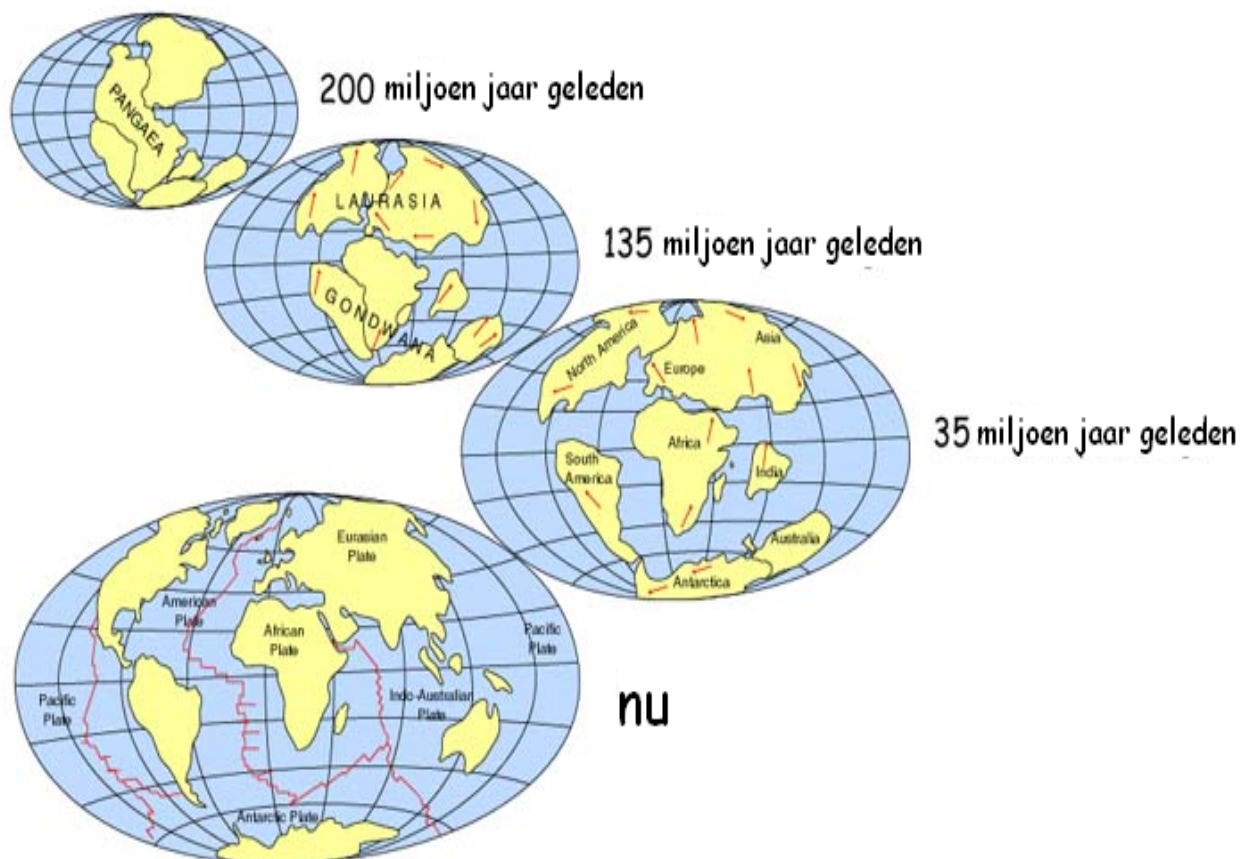
135 miljoen jaar geleden waren Noord-Amerika en Europa al uit elkaar gedreven. Ook Zuid-Amerika en Afrika dreven weg. Zo ontstond de Atlantische Oceaan. Antarctica en Australië zaten nog aan elkaar. India was losgeraakt van Afrika.

35 miljoen jaar geleden raakte de continenten zoals we die nu kennen al los van elkaar.

Geleerden zeggen dat Afrika naar het noorden zal schuiven zodat de Middellandse Zee smaller wordt. Het oosten van Afrika zal losraken. Zo ontstaat er weer een nieuwe oceaan. Noord- en Zuid-Amerika schuiven ieder jaar vier centimeter weg van Europa en India schuift ieder jaar 5 centimeter verder Azië in.

HOE ONTSTAAN AARDBEVINGEN?

Doordat er stromingen zijn in de mantel bewegen de platen van de aardkorst. Maar de platen bewegen niet allemaal in dezelfde richting.



Platen kunnen:

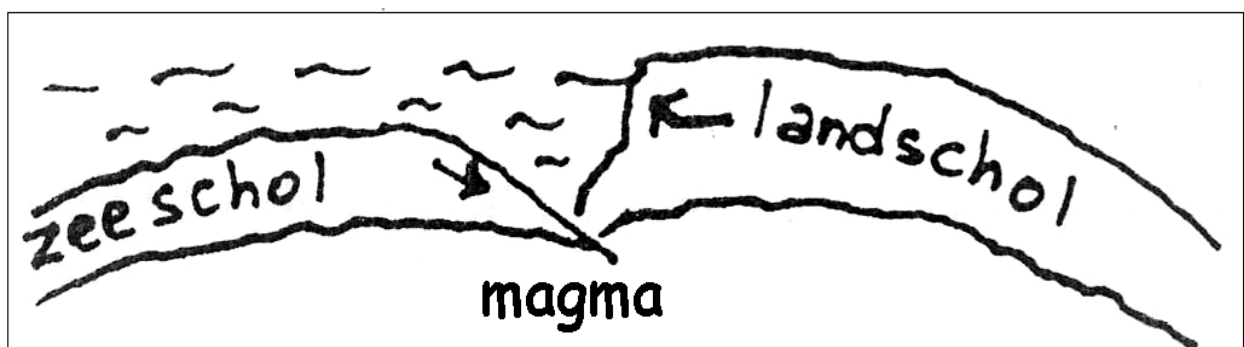
- uit elkaar schuiven
- langs elkaar schuiven
- onder elkaar schuiven
- tegen elkaar schuiven

Als dat gebeurt, kan er een aardbeving ontstaan.

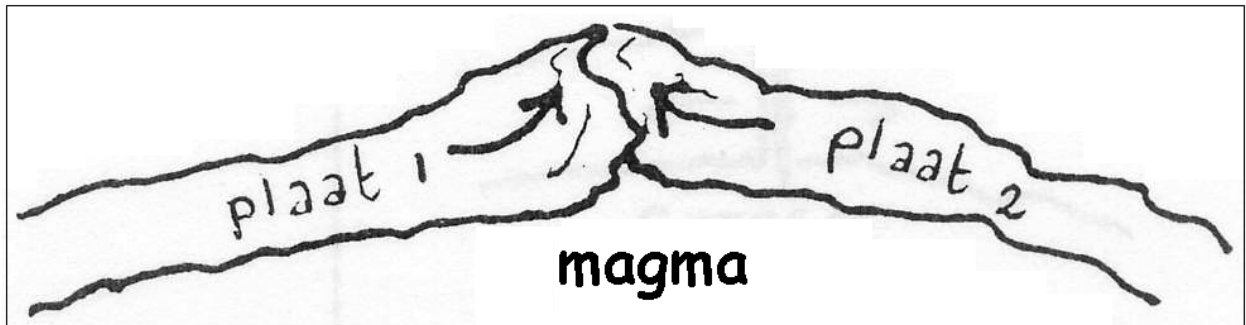
Het uit elkaar schuiven van twee platen gebeurt meestal midden in de oceanen. Hier borrelt magma omhoog. Het komt in het zeewater, koelt af en wordt hard. Zo ontstaat op deze plekken NIEUWE aardkorst. Hier bevinden zich ook langgerekte vulkanen.



Daar waren twee platen **langs elkaar** schuiven komen met grote regelmaat aardbevingen voor. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de beroemde San Andreas-breuk in Californië. Hier verwacht men al jaren een zeer zware aardbeving, die dan enorme gevolgen zal hebben omdat Los Angeles en San Francisco (twee grote steden met veel inwoners) hier liggen.

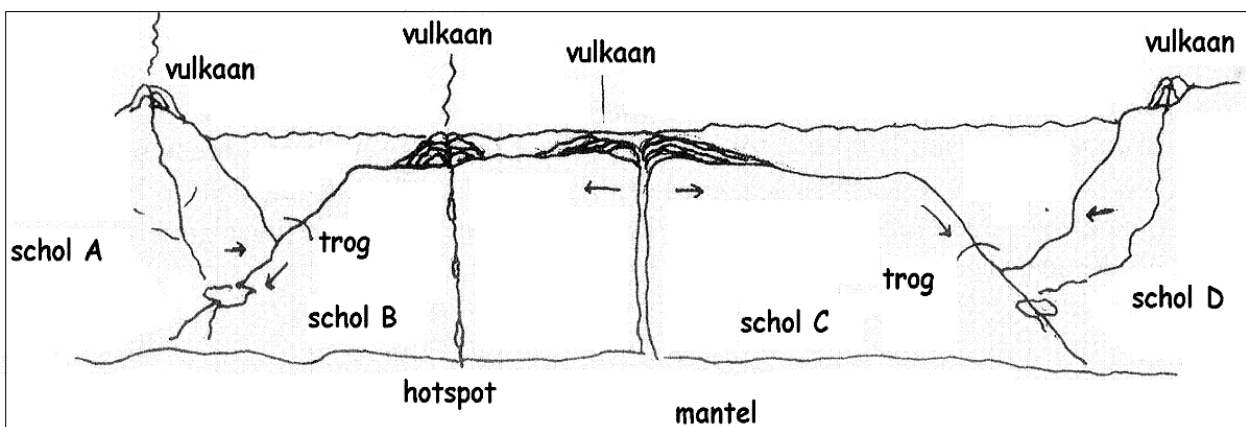


Als de ene plaat onder een andere plaat schuift (vaak is dit een 'zeeplaat die onder een landplaat' beweegt) dan begint de onderste plaat te smelten en ontstaat er magma. Hierdoor kan er een enorme druk onder de grond ontstaan en kan met grote kracht een vulkaan ontstaan. Ook grote gebergten, zoals de Himalaya, de Andes, de Rocky Mountains en de Alpen zijn zo ontstaan. De plek waar de ene plaat onder de andere schuift is een diepe plek in de zee, die TROG wordt genoemd.

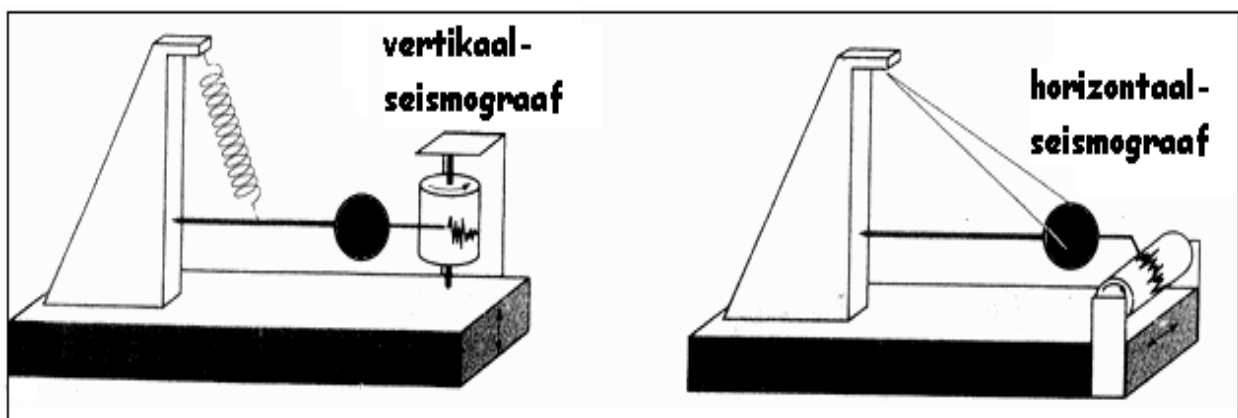


Bij botsingen van twee platen wordt de grond naar boven en naar beneden geperst. Hier ontstaan dus ook bergen.

Hieronder zie je een totaaloverzicht zoals het in de Grote Oceaan zal zijn.



Aardbevingen kunnen ook op de zeebodem plaatsvinden. Door de bewegingen van de bodem ontstaat een golf die in alle richtingen gaat. De golven kunnen dan wel een hoogte van tientallen meters bereiken. We noemen deze vloedgolven TSUNAMI'S, een Japans woord. Jullie begrijpen waarschijnlijk dat Japan regelmatig door zo'n vloedgolf getroffen wordt.



HET METEN VAN AARDBEVINGEN

Zoals je al weet zijn er dagelijks aardbevingen waar we niets van merken. Alle aardbevingen hebben dus een verschillende kracht/sterkte. De sterkte van een aardbeving wordt gemeten met een apparaat dat is uitgevonden door Amerikaanse seismoloog, Charles Richter. Bij elke aardbeving die in het nieuws komt wordt er altijd bij verteld hoe groot de sterkte was 'op de schaal van Richter'. Het apparaat waarmee



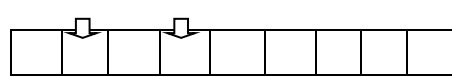
de sterkte wordt bepaald heet een seismograaf. Hier zie je een overzicht van enige wetenswaardigheden die bij die schaal horen.

Beschrijving	Richter-sterkte	Effecten	Frequentie
Micro	minder dan 2,0	Microbeving, onvoelbaar	8000 per dag
Zeer klein	2,0 – 2,9	Onvoelbaar maar wel te meten	1000 per dag
Vrij klein	3,0 – 3,9	Vaak voelbaar, maar veroorzaakt slechts zelden schade	49.000 per jaar
Licht	4,0 – 4,9	Voorwerpen in huis schudden, rammelende geluiden, grote schade is onwaarschijnlijk	6200 per jaar
Gematigd	5,0 – 5,9	Kan in kleine gebieden flinke schade aanrichten bij slecht gebouwde huizen. Op zijn hoogst lichte schade aan stevige gebouwen	800 per jaar
Sterk	6,0 – 6,9	Schade aan gebouwen in een gebied tot 150 kilometer doorsnee	120 per jaar
Zeer sterk	7,0 – 7,9	Grote schade in grotere gebieden	18 per jaar
Groot	8,0 – 8,9	Uitgebreide verwoesting in gebieden tot honderden kilometers groot	1 per jaar
Zeldzaam groot	9,0 en groter		1 per 20 jaar

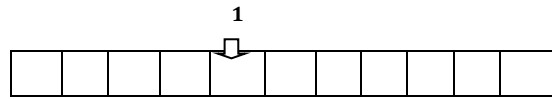
Schrijf naast elke omschrijving het juiste woord. Zet de letters in het goede hokje onderaan en je vindt een natuurverschijnsel.



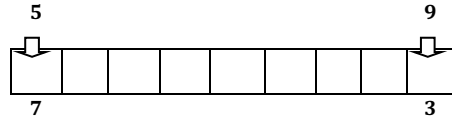
Schaal van...



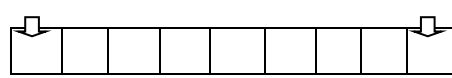
Buitenste laag van de aarde



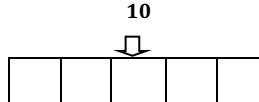
De aarde lijkt op een...



Tussen twee platen noemen we de...



In de buitenkern zijn de metalen...



Een soort hete soep

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

GEVOLGEN VAN AARDBEVINGEN

Aardbevingen kunnen enorme gevolgen hebben voor de natuur en voor de mensen. Er kunnen modderstromen door ontstaan, vloedgolven en aardverschuivingen. Er kunnen gebouwen instorten en branden uitbreken, die vele doden als gevolg kunnen hebben. Er zijn in het verleden al zeer zware aardbevingen geweest, waarbij honderdduizenden doden vielen. (1956 in China, 830.000 doden), of steden bijna compleet in rook opgingen. (San Francisco, 1906).

Sinds we televisie hebben is het voor ons een stuk duidelijk er welke enorme invloed een aardbeving kan hebben. Volg daarom het nieuws als er een aardbeving plaatsvindt.



VULKANISME

Een vulkaan is een speciale berg, waar het magma uit de mantel op bepaalde momenten boven de aardkorst komt. We noemen dat dan **lava**. We spreken over een actieve vulkaan en dit gaat samen met een enorme uitbarsting.

In het verleden is er een aantal zeer bijzondere uitbarstingen geweest. Even een terugblik naar...

Vesuvius 79 na Christus.

Een flinke uitbarsting van de vulkaan Vesuvius, vlakbij Napels in Italië. Twee steden, die vlak bij de vulkaan liggen, worden in korte tijd bedolven onder de lava. Deze steden zijn Pompeï en Herculaneum. Zo'n 1600 jaar na de uitbarsting worden, bij graafwerkzaamheden, de overblijfselen van Pompeï ontdekt en is te zien wat de mensen deden vlak voor dat ze onder de lava bedolven werden. Tegenwoordig komen er veel toeristen kijken.



Krakatau, 1893
ooggetuigenverslag van Verbeek

In de middag hoorden wij in Batavia, zonder ophouden, het geluid van onweer in de verte. Soms kwamen hier doorheen harde knallen. De knallen waren zo hard, dat de deuren klapperden en veel ramen kapot vielen. Dat ging zo door, zelfs in de nacht. Het was verschrikkelijk. Ik kon niets anders doen dan zitten en bidden tot God. Ik keek naar buiten en zag tot mijn schrik, dat het buiten niet donker was. De lucht had een oranje-rode kleur. Het leek wel of de wereld in brand stond. Om één uur 's nachts kwam er weer een harde knal, zo hard dat de laatste ramen kapot vielen en alle lampen kapot gingen.

Het werd morgen, maar in plaats van te schijnen, was de zon verstopt. Om zeven uur in de ochtend begon het te regenen. Maar wat was dat? Er kwam geen water uit de lucht, maar kleine stukjes steen. Sommige stukjes waren zo klein als stof. De hele straat, de huizen en de dieren werden bedekt met een grijze laag as. In de middag kon je bijna niets meer zien in de stad. Nog minder dan normaal in de nacht!

Het leek een nachtmerrie, maar het was echt waar. Dagen later, toen het gerommel gestopt was, begreep ik pas wat er gebeurd was. Meer dan honderd kilometer bij ons vandaan was een vulkaanuitbarsting geweest van de Krakatau. Niet wij hadden een nachtmerrie gehad, maar de mensen die er dichtbij woonden. Zij waren overstromd door een gloeiend hete stroom lava. Van hun huizen was niets meer over en 36.000 mensen waren verbrand of gestikt onder de kokend hete modder van stenen. Wij hebben veel geluk gehad.

Verbeek, 1883, Indonesië

Door deze vulkaanuitbarsting op het eiland Krakatau, die eigenlijk ontploft, ontstaat er een vloedgolf van 36 meter hoog. 36.000 mensen komen om, schepen worden kilometers landinwaarts geslingerd door de vloedgolven.

Martinique, 1902

Bij het Caribische eiland Martinique komt **MONTPELE** tot een zeer vreemde uitbarsting. Er verschijnt geen lava maar een gloedwolk van giftige gassen en alle omwonenden op twee na dood.

Verenigde Staten, 1980

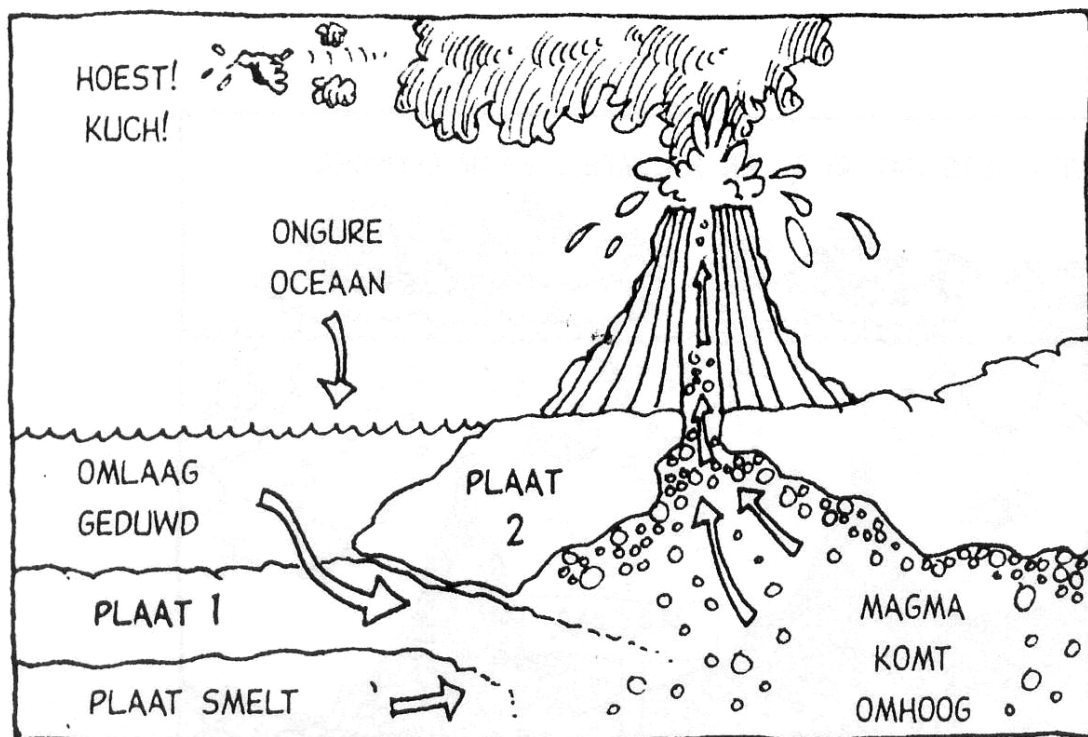
In de Ver. Staten vindt een zeer zware uitbarsting van **MOUNT ST. HELENS** plaats. Naast een aantal slachtoffers (mensen en dieren) wordt het landschap over een groot gebied volkomen verwoest.

HOE ONTSTAAN VULKANEN?

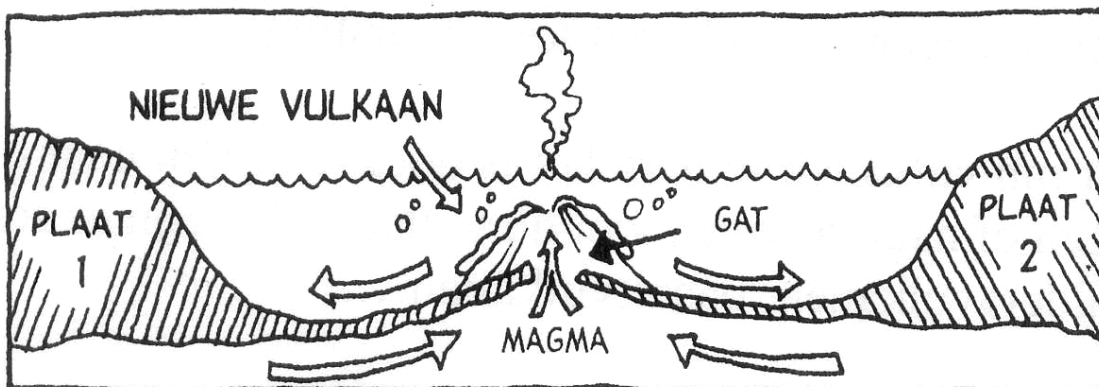
Er zijn drie manieren waarop vulkanen kunnen ontstaan:

1. Daar waar een aardschol onder een andere aardschol schuift

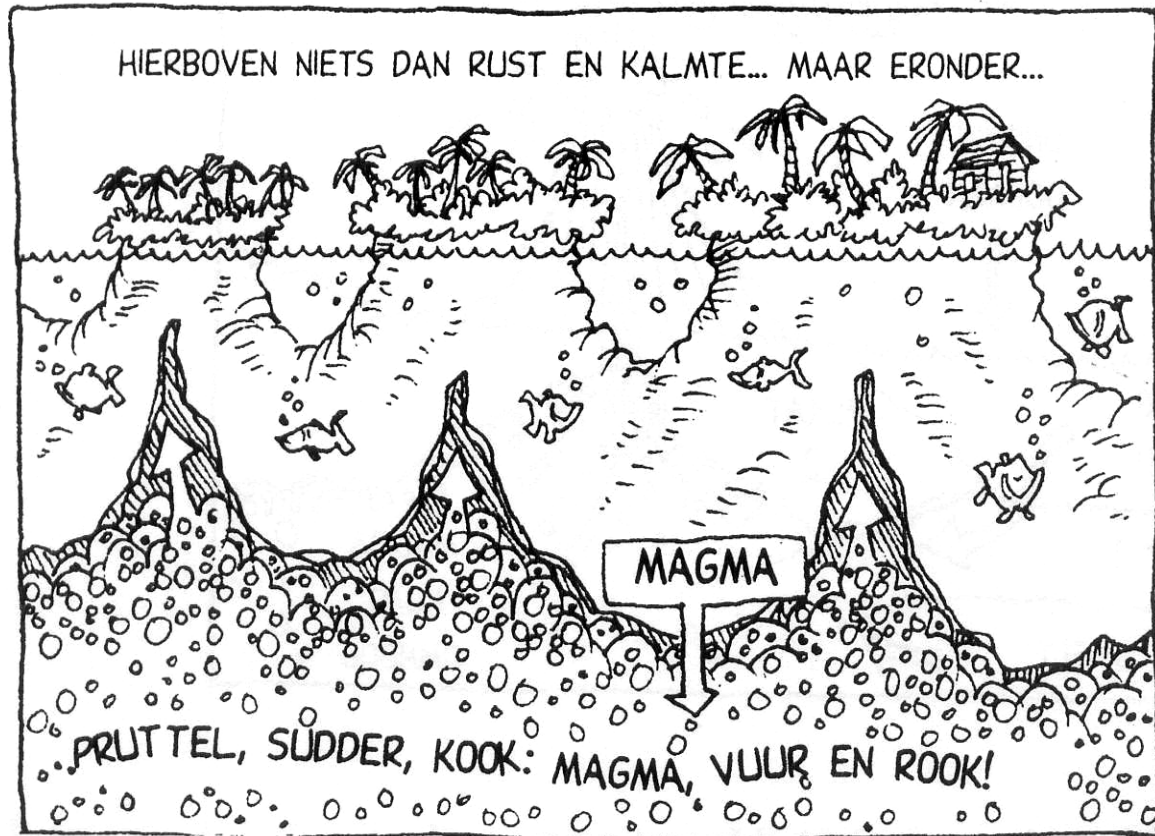
Schol A schuift onder schol B. Hoe dichtter schol A bij de mantel komt, hoe heter het wordt en schol A begint op een gegeven moment te verbranden. Meegevoerd water verandert in stoom en bij de verbranding van de gesteenten komen gassen vrij. Stoom, gassen en magma beginnen spleten en scheuren in schol B op te vullen. De druk in deze scheuren begint steeds meer toe te nemen en zoekt een uitweg. De druk wordt zo groot dat de grond omhoog wordt geduwd. Er ontstaat met enorm geweld een vulkaan.



2. Daar waar twee schollen uit elkaar drijven, zoals dat in de oceanen het geval is. Hier borrelt magma omhoog en komt in de zee terecht. Als het afkoelt wordt het weer hard. Deze vulkanen zijn platter en langgerechter van vorm.



3. Hot-spot vulkanen. Dit zijn plekken in de mantel waar het magma heter is dan normaal. Het magma is daar zelfs zo heet dat het dwars door de aardkorst heen brandt. Veel vulkanische eilanden (zoals Hawaï) zijn op deze manier gevormd.

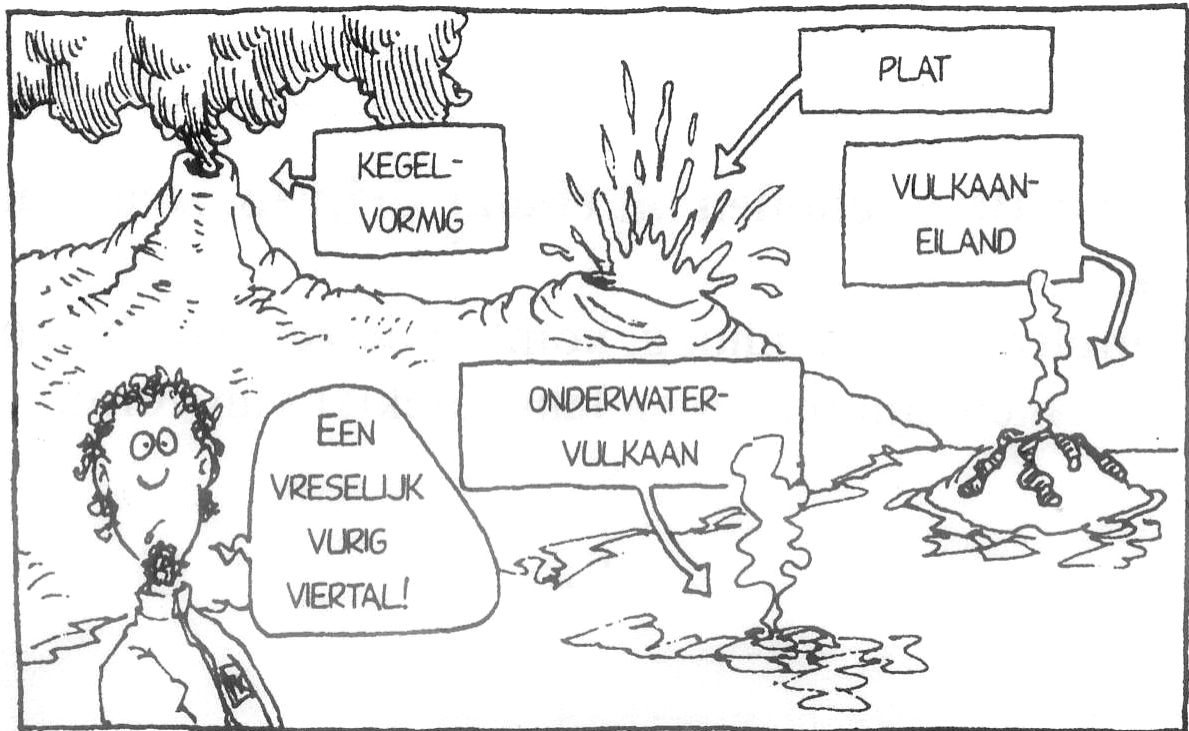


SOORTEN VULKANEN

We spreken van een dode vulkaan als het zeker is dat een vulkaan NIET meer een uitbarsting zal hebben. In de loop der tijd zijn dit heuvels geworden (erosie) die nog nauwelijks als een vulkaan te herkennen zijn. We spreken van een slapende vulkaan als een vulkaan lange tijd (tientallen jaren) geen uitbarsting heeft gehad, maar waarbij de kans aanwezig is dat hij opnieuw ontwaakt.

Een actieve of levende vulkaan 'rommelt' regelmatig, blaast om de zoveel tijd stoom en komt met een zekere regelmaat tot uitbarsting.

Een andere manier om vulkanen in te delen is door te kijken naar de manier waarop ze uitbarsten of naar de vorm van de vulkaan. Zo zijn er schildvulkanen, stratovulkanen, calderavulkanen, basaltvulkanen.

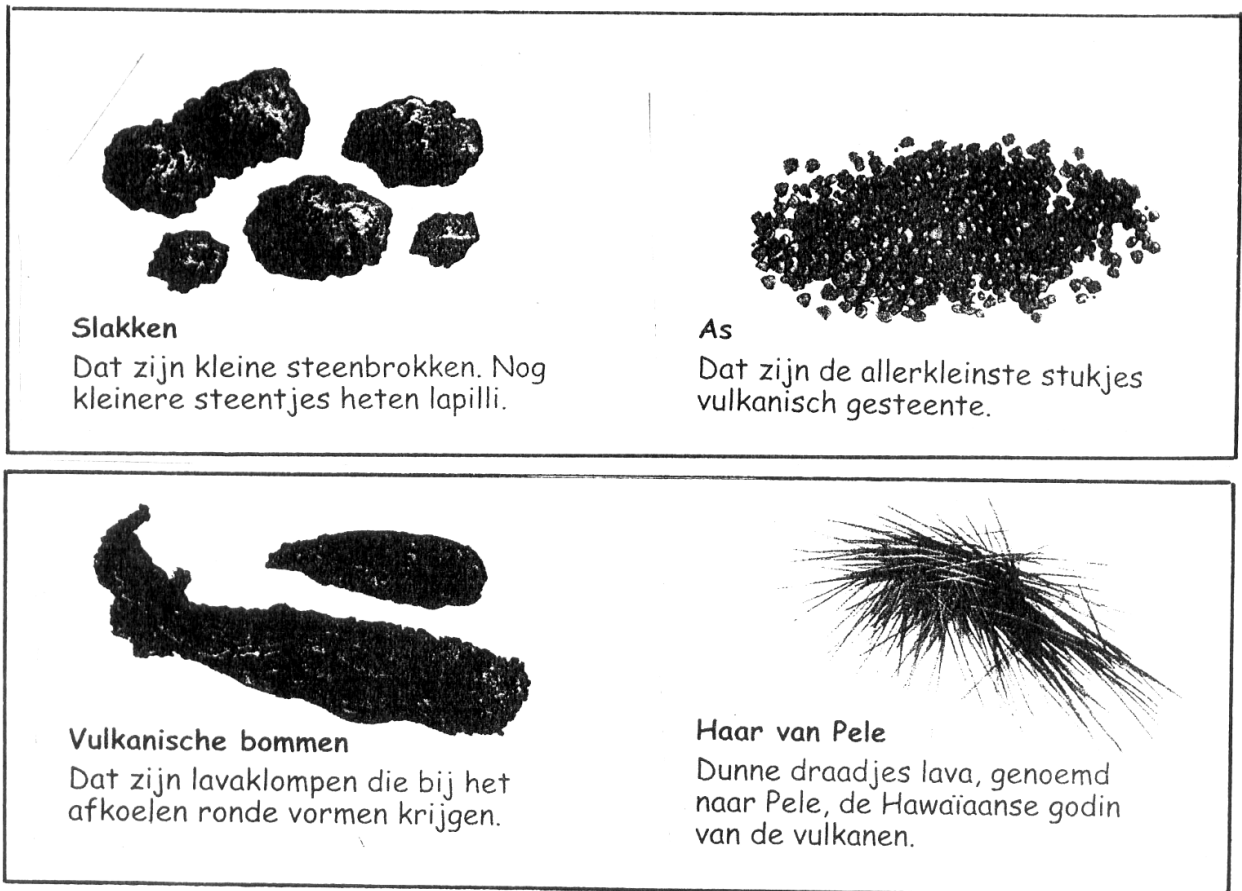


EEN VULKAANUITBARSTING. Wat is daar allemaal te zien?

- **Enorme stoom- en gaswolken** die soms jarenlang in de dampkring blijven rondzweven.
- **Lava.** Er zijn verschillende soorten lava, namelijk:
 - a. Pahoehoe-lava.
Dit is vloeibare lava die na afkoeling rimpelig van vorm is (lijkt op touw)
 - b. Aa-lava, die na afkoeling grillig/brokkelig is
 - c. Kussenlava. Als lava onder water afkoelt vormen zich op kussens lijkende stukken



Steen- en lavabrokken:



VRUCHTBARE GROND.

Als je het verhaal hebt gelezen van de Krakatau, kun je niet geloven, dat er mensen zijn, die in de buurt van een vulkaan willen wonen. Toch zijn er veel mensen, die er graag in de buurt wonen.

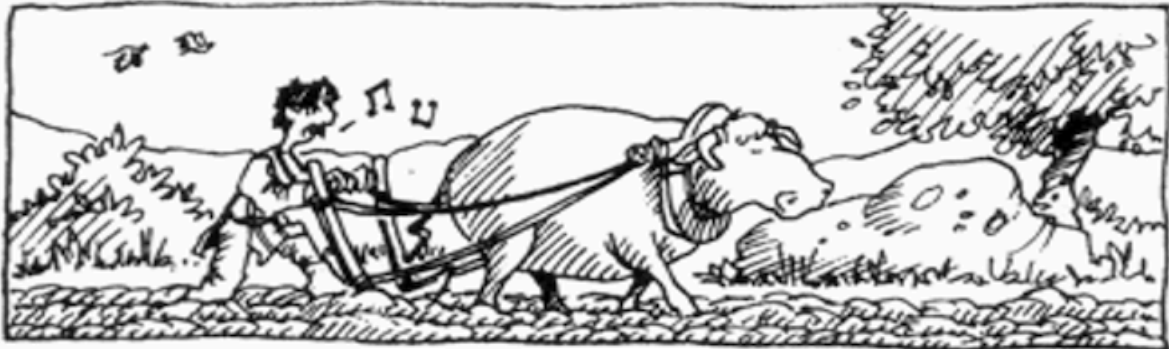
Vulkanische as bevat namelijk erg veel mineralen en die zorgen ervoor dat de grond erg vruchtbaar wordt en daar maken landbouwers gebruik van.



Lees het waargebeurde stripverhaal op de volgende bladzijden maar eens...

DE VULKAAN DIE OP EEN AKKER GROEIDE

OP DE OCHTEND VAN 20 FEBRUARI 1943 PLOEGT BOER
DIONISIO PULIDO ZIJN MAÏSVELD BIJ HET MEXICAANSE
DORPJE PARICUTIN.



PLOTSELING BEGINT DE AARDE
TE SCHUDDEN EN SCHEURT DE
AKKER OPEN...

RONDOM DE SCHEUR KOMT DE
GROND OMHOOG. UIT DE SCHEUR
KOMT EEN SISENDE WOLK...



...DIONISIO HOORT EEN DONDEREND
GELLUID EN DE GROND VOELT WARM
AAN ONDER ZIJN VOETEN.



...VAN ROOK,
VUUR, AS EN
GAS.

DE DOODSBANGE BOER SPRINGT OP ZIJN PAARD EN GALOPPEERT ERVANDOOR.



DE SCHEUR IS EEN GROOT GAT GEWORDEN. AS, SINTELS EN GLOEIEND HETE STENEN VLIEGEN DE LUCHT IN. BLIKSEM FLITST DOOR DE LUCHT. DE AARDE BEEFT OM DE PAAR TELLEN.



DE VOLGENDE DAG



DIE NACHT BARST DE VULKAAN NON-STOP UIT EN WORDT WEL VIJFTIG METER HOOG. EN HIJ BLIJFT MAAR DOORGROEIEN.

TEGEN HET EIND VAN DE WEEK



DE VULKAAN IS NU 150 METER HOOG. HIJ BARST HEEL HEFTIG UIT. DIONISIO ONTVLUCHT ZIJN DORP, DAT DOOR DE LAVA VERWOEST WORDT.

ACHT MAANDEN LATER



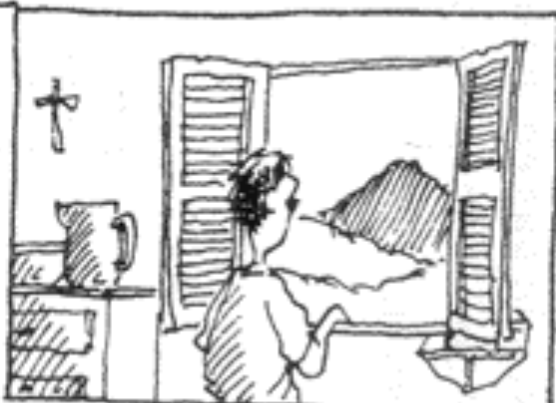
DE PARICUTIN IS NU 270 METER HOOG. HIJ HEEFT DE BIJ-
NAAM EL MONSTRE (HET MONSTER) GEKREGEN. OP ZIJN
HELLINGEN ONTSTAAN KLEINE MONSTERTJES.

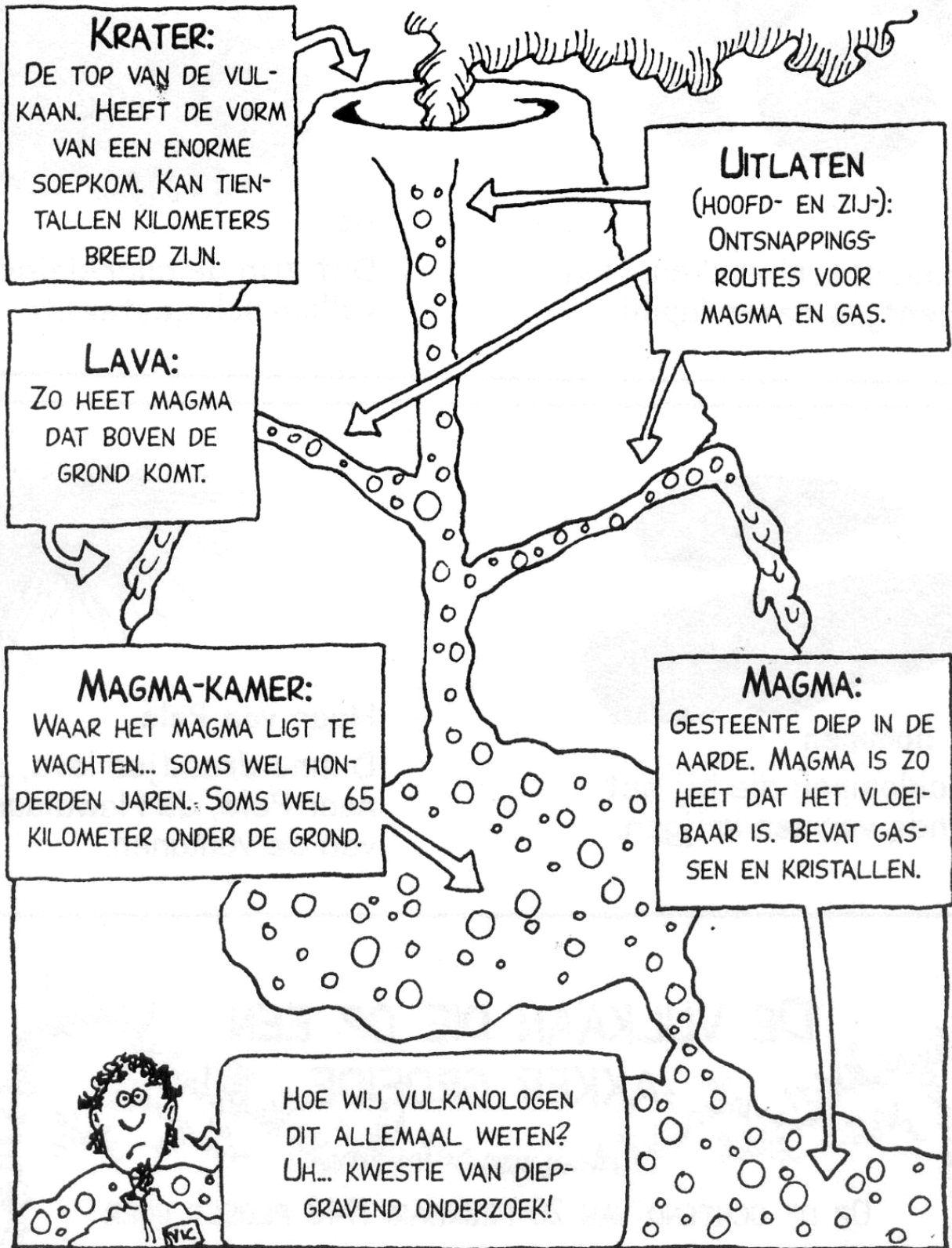
NEGEN JAAR EN 42 DAGEN LATER



DE PARICUTIN STOPT NET ZO PLOTSELING MET UITBARSTEN ALS HIJ
BEGONNEN IS. HIJ IS NU 450 METER HOOG. HIJ HEEFT NOG EEN PAAR
DORPEN EN HONDERDEN HUIZEN BEGRAVEN EN BOERDERIJEN DIK ONDER DE
AS GELEGD. OP DEZE PLEKKEN KAN NIETS MEER GROEIEN.

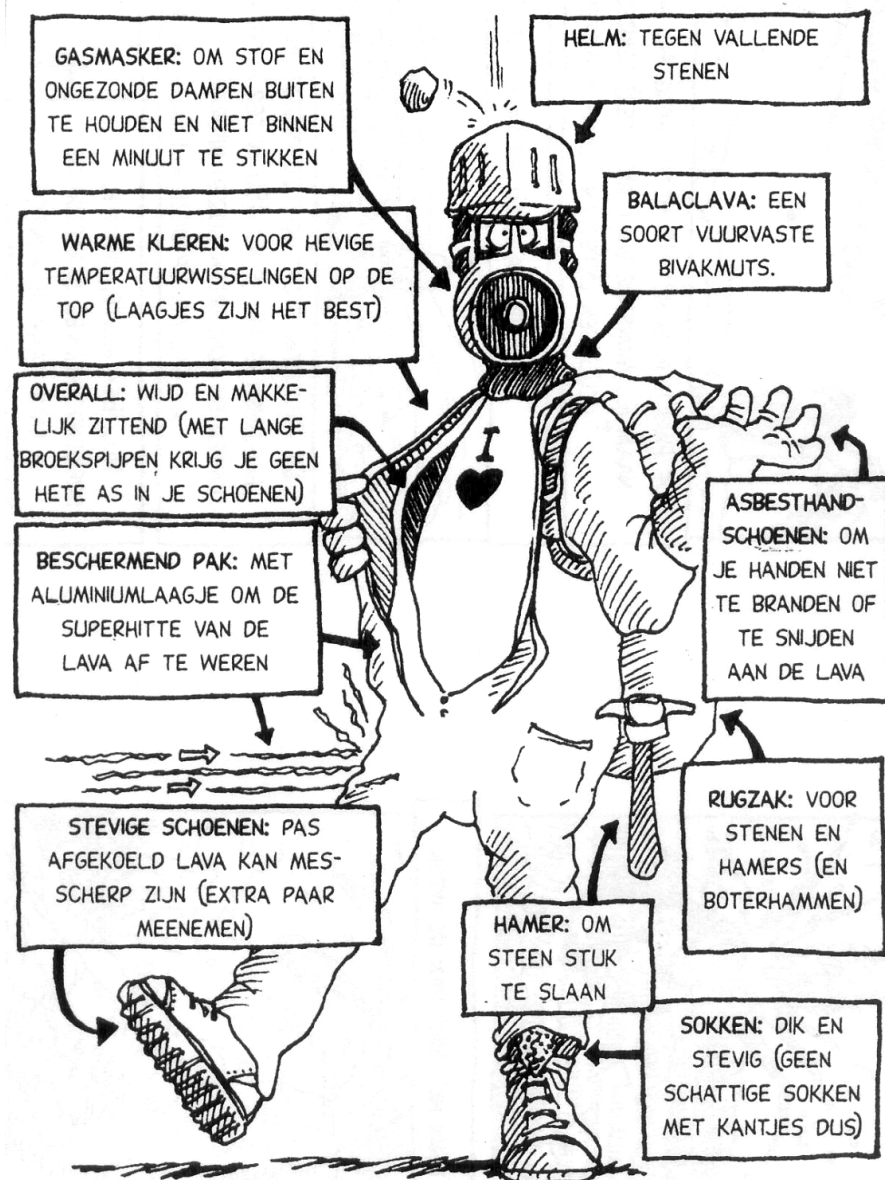
NU... EEN GROTE, ZWARTE,
DREIGENDE HEUVEL STAAT OP DE
PLAATS WAAR DE PLINTIGE
PARICUTIN IS GEBOREN. DORPEN EN
HUIZEN ZIJN WEER OPGEBOUWD, OP
EEN VEILIG AFSTANDJE. VOORLOPIG
LIGT DE PARICUTIN VREDIG TE
SLAPEN... MAAR VOOR HOE LANG?
NIEMAND DIE HET WEEET.





ANDERE VULKANISCHE VERSCHIJNSELEN

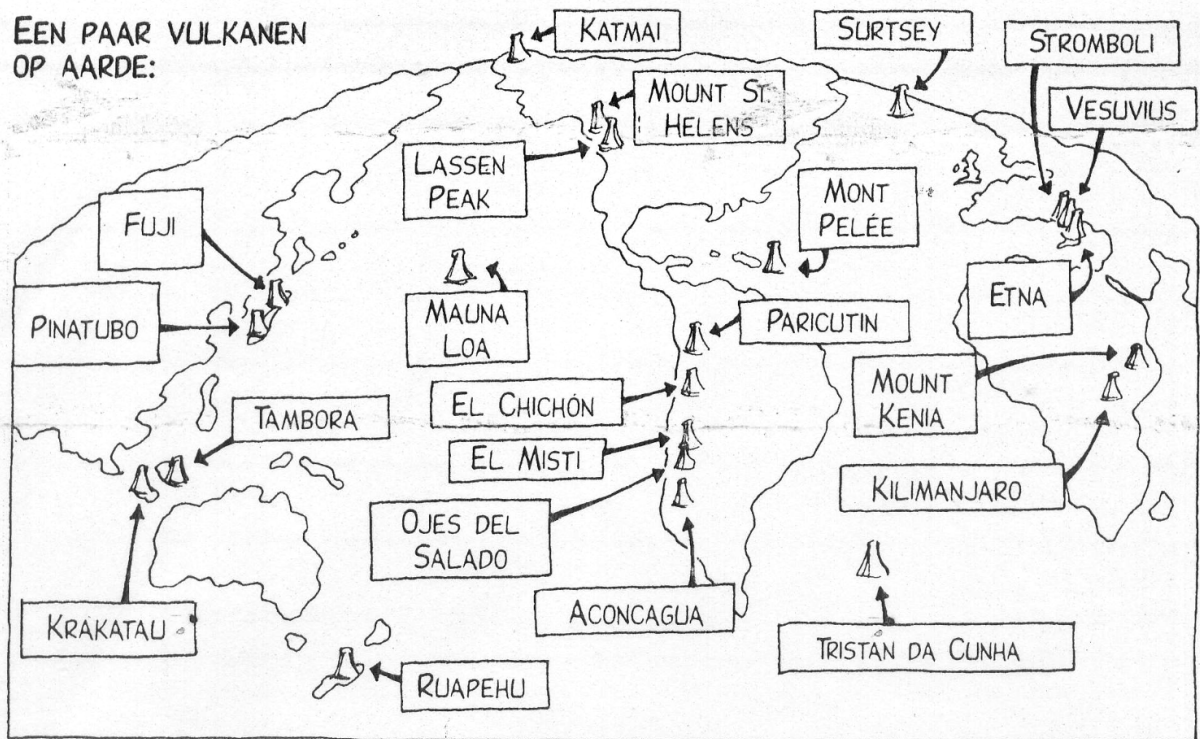
Naast vulkanen komen er ook andere vormen van vulkanisme voor. Zo zijn er warmwaterbronnen, borrelende poelen, zwaveldampen, spuitgaten met stoom en stinkende gas en geisers. Onderwater bevinden zich op sommige plekken 'black smokers', een soort schoorstenen waar warm water in het koude zeewater wordt gespoten.



VULKANOLOGEN

Vulkanologen zijn mensen die vulkanische verschijnselen onderzoeken en bestuderen. Belangrijkste doel is natuurlijk om te weten wanneer er een vulkaanuitbarsting zal zijn en hoe zwaar de uitbarsting zal zijn. Om dit te kunnen doen begeven vulkanologen zich dicht bij vulkanen en worden er allerlei metingen gedaan. Het is dus bepaald geen ongevaarlijk beroep.

EEN PAAR VULKANEN
OP AARDE:



NUT

Ondanks het gevaar van vulkanen, zullen er altijd weer mensen in de buurt ervan gaan wonen. Je hebt al gelezen dat de grond bij een vulkaan erg vruchtbaar is. Verder kan de hitte van het magma gebruikt worden om water te verhitten, dat naar stoomturbines geleid wordt om elektriciteit te maken. Daarnaast kan dit hete water gebruikt worden om huizen te verwarmen. Dit gebeurt bijvoorbeeld op IJsland.



Old Faithful, Yellowstone Park VS