

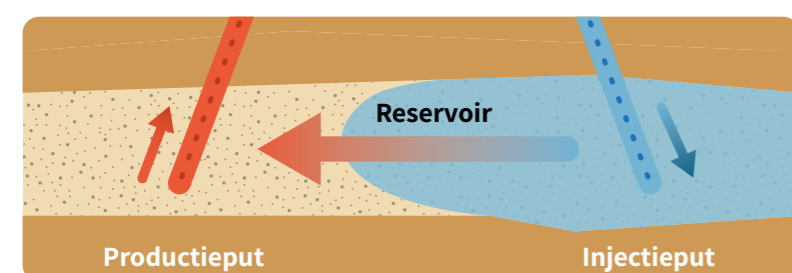
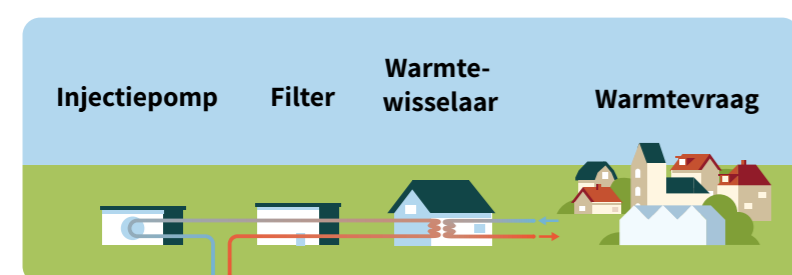
# Geothermie en seismologische monitoring

Geothermie is een belangrijke energiebron binnen de energietransitie. De winning is plaatselijk en de opbrengst hangt niet af van variaties in zon en wind. Er zijn nu ~20 projecten actief en naar verwachting groeit geothermie de komende decennia flink.

Een mogelijke dreiging is het optreden van voelbare aardbevingen. Voor een veilige opschaling en behoud van maatschappelijk draagvlak moeten risico's beheerst blijven. Goede ondergronddata, betrouwbare ondergrondmodellen en seismische monitoring helpen ons daarbij. TNO en het KNMI spelen hierin een centrale rol in samenwerking met andere kennisinstellingen, overheden, en marktpartijen.

## Wat is geothermie?

Bij geothermie wordt warmte uit dieper gelegen aardlagen (>500 m) gewonnen. In Nederland gebeurt dit door het rondpompen van water in doorlaatbare gesteentelagen die van nature met warm tot heet, zout water gevuld zijn.

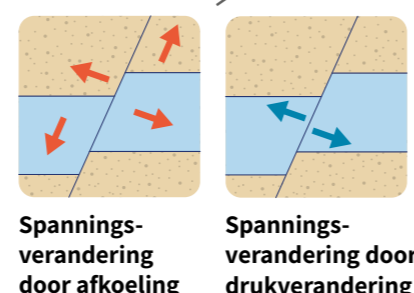
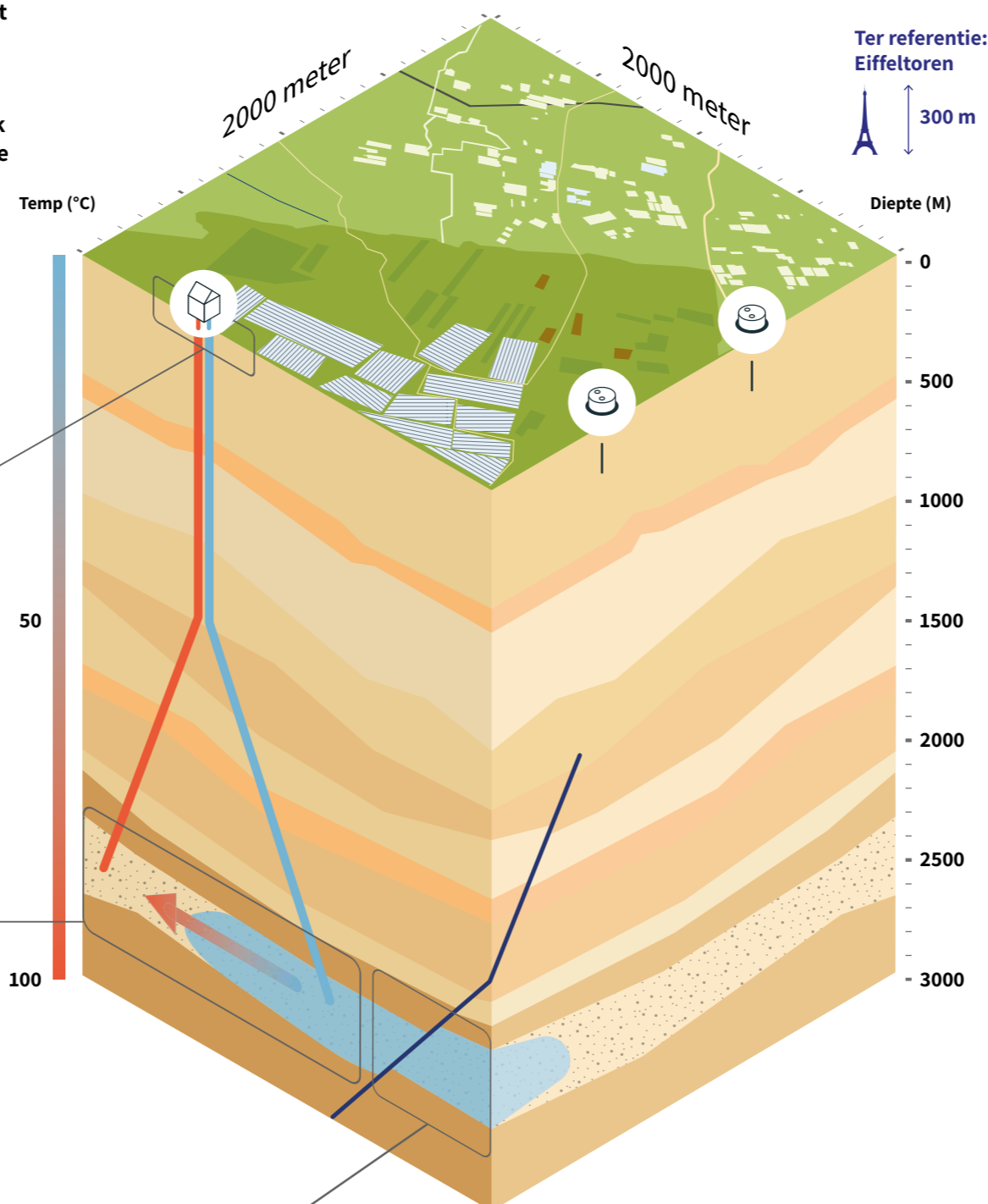


Een geothermische bron kan minstens 30 jaar warmte leveren.

## Hoe ontstaat een aardbeving?

Door de vervorming van de aardkorst zijn er in de ondergrond al breuken aanwezig. Als er spanning op de breuken komt te staan, kunnen de lagen langs de breuk gaan bewegen. De beweging kan langzaam gaan (aseïsch, geen aardbeving) of schoksgewijs (seïsch, met een aardbeving). Een aardbeving die optreedt als gevolg van menselijk handelen in de ondergrond heet een geïnduceerde aardbeving.

Bij geothermie kan bestaande spanning op breuken verstoord worden door drukveranderingen, afkoeling en krimp van gesteente rond de injectieput wat mogelijk leidt tot breukbeweging.



Legenda			
Injectieput		Koudebel	
Productieput		Seismometer	
Breuk		Bovengrondse installatie	

## Aardbevingen bij geothermie?

Er zijn nagenoeg geen voelbare bevingen waargenomen bij geothermie in Nederland. Bij geothermieprojecten is het wettelijk verplicht om voorzorgsmaatregelen te treffen om de kans op beven in te schatten. Er wordt geleerd van ervaringen met de gaswinning en ook van ervaringen uit het buitenland waar geothermie soms voelbare bevingen veroorzaakt. Geothermie verschilt echter wel sterk van gaswinning. Daarnaast is Nederlandse geothermie anders dan buitenlandse geothermie. Daarom is goed begrip van de Nederlandse situatie belangrijk.

## Modellen en data

De grootte van de verstoring in de ondergrond en de kans op aardbevingen wordt ingeschat met ondergrondmodellen. Ook kunnen deze modellen gebruikt worden om het effect van verschillende winningsmethodes te onderzoeken. De modelresultaten zijn sterk afhankelijk van de beschikbare ondergronddata, begrip van het proces en de seismische monitoringsdata. Een combinatie van modellen, lab- en veldmetingen is dus belangrijk om de kwaliteit van de modellen steeds beter te maken.

## Seismologisch monitoren

Seismometers zijn apparaten die kleine trillingen kunnen meten. Deze meters worden gebruikt voor het detecteren van aardbevingen en het meten van hun effecten aan het aardoppervlak. Door aardbevingen te detecteren en de grootte en locatie te bepalen, begrijpen we het proces beter, kunnen we modellen valideren en kan tijdig worden ingegrepen in de productie. Daarom is een goed dekkend en gevoelig netwerk van seismometers belangrijk.

## Wie zijn er betrokken?

Bij de ontwikkeling, uitvoering, subsidiëring, toestemming, en controle van een project zijn veel partijen betrokken:

