

NEUTRAAL WETENSCHAPPELIJK RAPPORT

Fracking & Geïnduceerde Seismiciteit

Politieke context · Ecologische risico's · Gevolgen voor bewoners
Gebouwschade · Toekomstige dreigingen · USA & Alaska

Datum: Maart 2026 | Classificatie: Openbaar | Versie: 1.0 | Bronnen: USGS · EPA · CFR ·
Stanford · Springer 14-03-2026 Onderzoek aangevraagd bij ai Mistral door Thijs BridgeThuis

00 Samenvatting



Kernboodschap

Hydraulisch fracking heeft de VS in een decennium tijd omgevormd van gasimporteur tot 's werelds grootste gas- en olieproducent. Die economische transformatie heeft een prijs: structurele, wetenschappelijk gedocumenteerde schade aan bodem, grondwater, lucht en ondergrondse geologie — met als meest directe gevolg voor bewoners de explosieve toename van geïnduceerde aardbevingen in regio's die historisch nauwelijks seismisch actief waren.

Dit rapport biedt een neutrale, wetenschappelijk onderbouwde analyse van het frackingproces, de politieke regulering en verbodgeschiedenis, de bewezen en toekomstige ecologische gevolgen, en de specifieke risico's voor bewoners, woningen en infrastructuur.

88%

Amerikaans aardgas
via fracking (2023)

900%

Toename aardbevingen
Oklahoma 2009–2017

213

Geïnduceerde
aardbevingen Ohio
alleen al in 2025

6

US-staten met
frackingverbod (2024)

Een belangrijk nuance vooraf: de term 'fracking' wordt in het publieke debat vaak breed gebruikt voor alle vormen van onconventionele gas- en oliewinning. Wetenschappelijk gezien zijn de geïnduceerde aardbevingen voor slechts 2% direct toe te schrijven aan het frackingproces zelf — de overgrote meerderheid wordt veroorzaakt door de injectie van het afvalwater (flowback) in diepe injectieputten. Dit rapport behandelt het gehele systeem, inclusief die afvalwaterinjectie, als één integraal probleem van het frackingproces.

01 Politieke Context: Verboden, Moratoria en de Ommekeer onder Trump

1.1 Het correcte politieke beeld — genuanceerder dan 'verboden door Democraten'

In het publieke debat wordt fracking soms weergegeven als een praktijk die door Democraten verboden is. De werkelijkheid is genuanceerder en verdient een nauwkeurige beschrijving.

Wat klopt — en wat niet

Correct: Op staatsniveau hebben vijf (plus Californië zes) Amerikaanse staten fracking verboden of een moratorium ingesteld. Deze staten werden overwegend geleid door Democratische gouverneurs of hadden Democratisch-gedomineerde wetgevende vergaderingen.

Correct: De Biden-regering (Democratisch) voerde beperkingen in op nieuwe gas- en olieboringen op federaal land en verbood in april 2024 boringen op bijna de helft van het National Petroleum Reserve in Alaska.

Niet correct: Er is nooit een federaal frackingverbod geweest in de VS. Sanders en Ocasio-Cortez dienden in 2020 een wetsvoorstel in voor een verbod per 2025, maar dit haalde het Congres niet — ook niet in de eigen Democratische partij.

Actueel: De Trump-regering draaide in 2025 alle Biden-beperkingen op Alaska terug via Executive Order 14153 ('Unleashing Alaska') en opende het National Petroleum Reserve opnieuw voor exploitatie.

1.2 Overzicht frackingverboden per staat

Staat	Status	Sinds	Toelichting
Vermont	VERBODEN	2012	Eerste staat; geen bekende gasreserves
New York	VERBODEN	2020	Codificering ban na gouverneursbesluit 2014; uitgebreid 2024
Maryland	VERBODEN	2017	Wet passeerde na gezondheidsonderzoek
Washington	VERBODEN	2019	Verbod via wetgevend besluit
Oregon	VERBODEN	2024	Moratorium omgezet naar permanent verbod jan 2025

Californië	VERBODEN	2024	Volledige ban van kracht okt 2024; moratorium daarvóór
Alaska (federaal)	DEELS VERBODEN	2024 → 2025	Biden sloot 50% NPR-Alaska; Trump draaide dit terug jan 2025
Texas, Oklahoma, Pennsylvania, Ohio, N-Dakota	TOEGESTAAN	—	Grootste frackingstaten; economisch afhankelijk van sector

Conclusie: fracking is een politiek verdeeld issue waar staatsrechten domineren over federaal beleid. Een nationaal verbod bleef tot op heden politiek onhaalbaar, mede omdat frackingstaten als Texas, Pennsylvania en North Dakota economisch sterk afhankelijk zijn van de sector.

02 Het Mechanisme: Hoe Fracking Aardbevingen Veroorzaakt

2.1 Twee onderscheiden processen

Om geïnduceerde seismiciteit bij fracking goed te begrijpen, is het essentieel om twee afzonderlijke processen te onderscheiden die elk een ander risicoprofiel hebben.

PROCES 1: Het frackingproces zelf	PROCES 2: Afvalwaterinjectie (hoofdoorzaak)
› Hoge druk splijt schaliegesteente op 1–4 km diep › Veroorzaakt microseismiciteit (microaardbevingen < M0) › Slechts 2% van aardbevingen in Oklahoma › Stopt vrijwel direct na einde injectie › Maximale geregistreerde magnitude: M4.0 (Texas, 2018)	› Afvalwater (flowback) geïnjecteerd in diepe putten (1–3 km) › Verhoogt porendruk op slapende breukvlakken › Oorzaak van 98% geïnduceerde seismiciteit (USGS) › Kan maanden tot jaren na injectie aardbevingen veroorzaken › Grootste geregistreerde: M5.8 Oklahoma, 23 sept 2016



Het wetenschappelijke mechanisme (USGS / Stanford)

Wanneer grote volumes afvalwater worden geïnjecteerd, stroomt een deel ervan in de richting van bestaande breuken in de ondergrond. De vloeistof verhoogt de 'porendruk' — de vloeistofdruk in de poriën van het gesteente. Bij een verhoogde porendruk is er minder tektonische spanning nodig om een breuk te laten slippen en seismische energie vrij te maken.

Stanford University (2022) toonde via satellietdata en seismische analyse aan dat in het Permian Basin van West-Texas breukvlakken die millennia lang inactief waren, nu actief slippen door injectie van afvalwater in ondiepe putten op 1–2 km diepte. De onderzoekers waarschuwden dat voortdurende injectie ook boorputten zelf kan beschadigen die de nu-actieve breuken kruisen.

Cruciaal inzicht: geïnduceerde seismiciteit stopt zodra de injectieactiviteiten ophouden — maar slapende breuken blijven potentieel actief tot de druk volledig afneemt, wat jaren kan duren.

2.2 Gedocumenteerde seismiciteit per staat

Staat	Piek	Vergelijking	Opmerking
-------	------	--------------	-----------

Oklahoma	2015–2017	Overtrof Californië M3+	Van <5 bevingen/jaar naar ~900/jaar; oorzaak: wastewater disposal
Texas (Delaware Basin)	2014–heden	Overtrof Californië M3+	21 aardbevingen M3+ in 10x10 mijl zone; 77 putten in zelfde gebied
Ohio	2025	213 bevingen in 1 jaar	65% meer dan 2024; wetenschappelijk bewezen geïnduceerde seismiciteit ZO-Ohio
Arkansas	2010–2011	M4.7 (piek)	Wastewater disposal gestopt; seismiciteit nam af
Kansas	2014–2016	Sterke toename	Reductie na verlaging injectievolumes
Colorado	2014–heden	Toenemend	Actieve monitoring; regulering aangescherpt

03 Ecologische Gevolgen: Bewezen, Waarschijnlijk en Toekomstig

3.1 Vijf bewezen ecologische impactgebieden (wetenschappelijk consensus)

Wetenschappelijk onderzoek — gepubliceerd in peer-reviewed journals waaronder Springer Nature Applied Sciences (2025) en Wiley Reviews of Geophysics (2020) — identificeert vijf primaire ecologische impactgebieden met voldoende wetenschappelijke consensus om als bewezen te beschouwen.

Impact	Zekerheid	Mechanisme en schaal
Geïnduceerde seismiciteit	BEWEZEN	Afvalwaterinjectie activeert slapende breukvlakken; M5.8 gerapporteerd; looptijd risico jaren na staken injectie
Grondwatercontaminatie	BEWEZEN	Falende put-casings, oppervlaktelekkages en radioactief materiaal (NORM) in terugvloeiend water; radium, barium, strontium gedocumenteerd
WATERVERBRUIK	BEWEZEN	7–30 mln liter per put; ernstig in droge regio's (W-Texas); concurreert met landbouw en drinkwater
Methaanemissies	BEWEZEN	Methaanlekkages bij winning, compressie, transport; 86x sterker dan CO ₂ op 20 jaar; VS-fracking significant aandeel mondiale methaanemissies
Bodem ecosysteem en	BEWEZEN	Habitatfragmentatie, bodemerosie, ontbossing voor toegangswegen; grondverzakking (subsidence) bij putten

3.2 Toekomstige ecologische risico's: dieper en onomkeerbaar

Naast de huidige, gedocumenteerde schade identificeert de wetenschappelijke literatuur een serie toekomstige risico's die zich kenmerken door twee eigenschappen: ze manifesteren zich vertraagd (jaren tot decennia na de winning), en ze zijn potentieel onomkeerbaar.

Risico 1: Langdurige aquifer-contaminatie

Frackingvloeistoffen die diep in de grond zijn geïnjecteerd kunnen via defecte put-casings of microscopisch fijne fractuurnetten langzaam migreren naar ondiepe drinkwataquifers. Dit kan decennia duren.

Bijzonder zorgwekkend: terugvloeiend water bevat in sommige geologische formaties uranium, radium, radon en thorium — radioactieve stoffen die van nature in diep gesteente voorkomen en via het frackingproces naar de oppervlakte worden gebracht.

Minder dan 30–70% van het geïnjecteerde water keert terug naar het oppervlak; de rest blijft in de grond — met onbekende langetermijnmigratie als gevolg.

Risico 2: Grondverzakking (land subsidence)

Door de extractie van grote hoeveelheden ondergrondse vloeistoffen en gassen kan de bodemstructuur vervormen. Dit proces — grondverzakking — is geleidelijk maar cumulatief.

Effecten: scheefstand van gebouwen en funderingen, beschadiging van pijpleidingen en ondergrondse infrastructuur, verandering van lokale hydrologische stroompatronen en overstromingsrisico's.

Stanford-onderzoek toont aan dat zelfs kleine breukverschuivingen de integriteit kunnen beschadigen van boorputten die de breukvlakken kruisen — wat leidt tot verdere contaminatierisico's.

Risico 3: Cumulatieve seismische lading op onbekende breukvlakken

De geologische kaart van actieve breuken in de VS is onvolledig. De USGS erkent dat er geen garantie bestaat dat grotere aardbevingen zullen uitblijven. De vraag is niet of grote geïnduceerde aardbevingen kunnen optreden, maar wanneer en op welke locatie.

Jarenlange afvalwaterinjectie in een regio legt seismische spanning op aan breuken die mogelijk nog niet zijn geïdentificeerd. Als de drempel wordt overschreden, kan een cascade van aardbevingen volgen — ook jaren na staken van de injectie.

Bijzondere zorg: het Permian Basin in Texas en de Anadarko Basin in Oklahoma bevatten diepe, complexe breukstructuren waarvan het volledige risicoprofiel nog niet in kaart is gebracht.

Risico 4: Klimaat-lock-in via infrastructuur

De bouw van tienduizenden frackingputten, pijpleidingen, compressiestations en LNG-exportterminals creëert een fysieke en economische infrastructuur die de VS voor 20–30 jaar vastzet in fossiele energieproductie.

Dit maakt de klimaatdoelen van Parijs vrijwel onhaalbaar zonder stranded assets en enorme economische verliezen — een risico dat de gehele transitieagenda van de VS en de EU raakt.

04 Gevolgen voor Bewoners, Woningen en Infrastructuur

4.1 Gezondheidsgevolgen voor omwonenden

Epidemiologisch onderzoek toont consistent hogere risico's voor bewoners binnen 1,6 kilometer van actieve frackinglocaties. De bevindingen zijn statistisch significant maar worden in de industrie betwist vanwege methodologische discussies over confounders.

Gezondheidseffect	Bewijs	Bron en bevinding
Luchtwegaandoening en en astma	Sterk	VOC's, fijnstof en benzeen verhoogd nabij boorlocaties; astma-exacerbaties hogere frequentie
Verhoogd kankerrisico	Matig	Benzeen (BTEX) is carcinogeen; verhoogde incidentie leukemie bij kinderen in sommige studies
Zwangerschap en geboortegewicht	Matig	Studies in PA en CO tonen lagere geboortegewichten en vroeggeboortes nabij frackinglocaties
Psychologische stress en slaapstoornissen	Bewezen	Angst, onzekerheid en slaapverstoring bij aardbevingen en constante mechanische activiteit
Drinkwaterverontreiniging	Gedocumenteerd	Methaan in drinkwater ('vlammend kraanwater') gedocumenteerd in PA en WV

4.2 Gebouwschade door geïnduceerde aardbevingen

Geïnduceerde aardbevingen in historisch aseismische regio's zijn bijzonder problematisch vanwege de bebouwde omgeving: gebouwen in Oklahoma, Ohio en Texas zijn niet ontworpen volgens seismische bouwcodes, omdat aardbevingen er historisch gezien niet voorkwamen.



Schade aan gebouwen en infrastructuur — gedocumenteerde gevallen

Oklahoma M5.7 (2011, Prague): 14 woningen en overige gebouwen beschadigd; fundamentele verandering in seismisch risicoprofiel van de staat.

Permian Basin Texas: Stanford-onderzoek toont dat eenmaal-geactiveerde breuken ook de integriteit van boorputten zelf beschadigen die deze breuken kruisen — een zelfversterkend probleem.

Structurele gevolgen voor woningen: scheuren in funderingen en muren, beschadiging van schouwen en leidingen, ontwaarding van onroerend goed en stijgende verzekeringskosten.

Infrastructuur: waterleidingen, gasleidingen, rioleringen en wegdekken zijn bijzonder kwetsbaar voor cumulatieve kleine trillingen — schade die moeilijk direct aan één beving is te koppelen maar over tijd accumuleert.

Verzekeringsproblematiek: standaard woningverzekeringen in de VS dekken geïnduceerde aardbevingen in veel gevallen niet — bewoners staan voor ongedekte schade.

4.3 Psychosociale impact en angst bij bewoners

De psychosociale dimensie is aantoonbaar significant maar wordt in technische rapporten onderbelicht. Geïnduceerde aardbevingen zijn kwalitatief anders beleefbaar dan natuurlijke aardbevingen: bewoners weten dat de schokken mensgemaakte zijn, dat ze te voorkomen waren, en dat ze doorgaan zolang de extractie doorgaat.

Wat bewoners ervaren	Maatschappelijke gevolgen
› Onzekerheid over wanneer de volgende beving komt › Machteloosheid: schade is mensgemaakt maar niet eigen keuze › Slaapstoornissen door nachtelijke trillingen › Angst voor grotere aardbevingen ('de grote komt nog') › Wantrouwen jegens overheid en olie-industrie	› Daling onroerend goed waarden nabij boorlocaties › Leegloop van gemeenschappen in ergst getroffen gebieden › Juridische procedures kosten tijd en geld die bewoners ontberen › Politieke polarisatie: economische afhankelijkheid vs. gezondheid › Verzekeringsproblemen: 'niet gedekt' standaard polissen

05 Alaska: De Politieke Strijd om het Laatste Wilde Gebied

5.1 Wat er in Alaska op het spel staat

Alaska vormt een bijzonder hoofdstuk in de frackingdiscussie — niet vanwege grootschalig fracking (het North Slope gebruikt voornamelijk conventionele winning), maar vanwege de unieke ecologische kwetsbaarheid van de regio en de politieke strijd over het National Petroleum Reserve en het Arctic National Wildlife Refuge (ANWR).

De ecologische kwetsbaarheid van Alaska

De permafrost — permanent bevroren bodem — van het North Slope dient als mechanisch fundament voor alle infrastructuur. Klimaatverandering doet de permafrost smelten met 3–5 cm per jaar; extractie-activiteiten versnellen dit lokaal.

Olielekkages in arctisch klimaat zijn nagenoeg onreinigbaar: bij lage temperaturen biologisch afbreekproces extreem langzaam. De Exxon Valdez-ramp van 1989 heeft ecologisch herstel nog altijd niet volledig bereikt.

Het ANWR-Coastal Plain is habitat voor 200.000 kariboes (de Porcupine kudde), ijsberen, walrussen, en meer dan 200 vogelsoorten. Seismische aardbevingen of lekkages in dit gebied zijn onomkeerbaar.

Inheemse gemeenschappen: de Iñupiat-bevolking is verdeeld — de North Slope gemeenschappen steunen in meerderheid ontwikkeling (economische bestaanszekerheid); andere inheemse groepen zoals de Gwich'in zijn fel tegen (ANWR is hun heilig land).

5.2 Tijdlijn Biden-beperking en Trump-ommekeer

Datum	Maatregel
Apr 2024	Biden sluit bijna 50% van NPR-Alaska (13 mln ha 'Special Areas') voor gas- en olieboringen — ondanks gelijktijdige goedkeuring Willow olieproject
Dec 2024	BLM vervangt 2020 ROD door strengste alternatief: 74% Coastal Plain (ANWR) gesloten; extra beperkingen op theoretisch open gebieden
Jan 2025	Trump ondertekent E.O. 14153 'Unleashing Alaska' — dringt aan op directe terugdraaiing alle Biden-beperkingen
Nov 2025	BLM herzielt 2024-regel: keert terug naar 1977-regelgeving; 13 mln ha Special Areas opnieuw beschikbaar voor exploitatie

Dec 2025	Senaat stemt H.J. Res. 131 — verwierpt Biden 2024 ROD onder Congressional Review Act; gaat naar Trumps bureau
----------	---

06 Toekomstige Risico's: Een Risicoassessment voor 10–30 Jaar

6.1 Risicoassessment op langere termijn

Risico	Kans	Impact	Tijdshorizon
Grote geïnduceerde aardbeving M6+ in bewoond gebied	Middel	Hoog	5–20 jaar; afhankelijk van voortgang injectie
Onherstelbare aquifer-contaminatie in meerdere staten	Hoog	Hoog	10–30 jaar; sluipend proces
Permafrost-destabilisatie Alaska door extractie + klimaat	Hoog	Ernstig	Lopend; versnelt met expansie
Massale gebouwschade door cumulatieve microseismiciteit	Middel	Hoog	10–20 jaar; accumuleert
Juridische aansprakelijkheidsgolf industrie/overheid	Hoog	Hoog	5–15 jaar; eerste zaken lopen al
Verlies drinkwater voor tienduizenden huishoudens	Middel	Hoog	10–25 jaar; aquifer-dynamiek
Ecologische onomkeerbaarheid Alaska bij lekkage	Laag	Catastrofaal	Onmiddellijk bij incident

6.2 Wat de wetenschap aanbeveelt

Wetenschappelijke instanties zijn opvallend eensgezind over het pakket van maatregelen dat nodig is om de risico's te beheersen — ongeacht of fracking wordt voortgezet of niet. De uitdaging is politieke implementatie.

Aanbeveling	Toelichting
Stopzetting nieuwe afvalwaterinjectieputten	Meest directe maatregel voor reductie geïnduceerde seismiciteit; effect zichtbaar binnen maanden tot jaren
Volledig seismisch monitoringnetwerk	Uitbreiding TexNet, OGS en USGS netwerken; real-time data voor traffic light protocols (stop-criteria op M2.5/3.0/3.5)
Verplichte seismische bouwcodes in frackingstaten	Woningen en openbare gebouwen in Ohio, Oklahoma, Texas en Pennsylvania retroactief versterken of nieuwe normen opleggen
Waterrechtmatrix frackingzones	Integratie frackingvergunningen met drinkwaterrecht; bufferzones rond publieke waterwinning
Aansprakelijkheidsregime	Industrie verplichten om seismisch risicofonds te voeden; vergelijkbaar met nucleaire aansprakelijkheidswetgeving
Langetermijn aquifer-monitoring	Baseline-metingen en continue monitoring van grondwaterkwaliteit rond alle actieve en verlaten putten

07 Conclusie

De analyse in dit rapport leidt tot zeven neutrale maar ongemakkelijke vaststellingen.

Zeven bevindingen op basis van wetenschappelijk bewijs

1. Er is nooit een nationaal frackingverbod in de VS geweest. Zes staten (plus beperkte federale beperkingen onder Biden) hebben deelverboden ingevoerd. Trump draaide alle federale beperkingen terug in 2025.
2. De geïnduceerde aardbevingen worden voor 98% veroorzaakt door afvalwaterinjectie — niet door fracking zelf. Dit onderscheid is wetenschappelijk maar verandert niets aan het feit dat beide processen onlosmakelijk verbonden zijn.
3. De seismische risico's zijn niet beheersbaar zolang grootschalige afvalwaterinjectie doorgaat in gebieden met onvoldoende gemapt breukprofiel. De USGS sluit grotere aardbevingen niet uit.
4. Bewoners betalen de hoogste prijs: onverzekerde gebouwschade, drinkwaterrisico's, gezondheidsschade en psychologische stress — zonder directe economische baten uit de sector.
5. De toekomstige risico's zijn groter dan de huidige schade, omdat ze cumulatief, vertraagd en deels onomkeerbaar zijn: aquifer-contaminatie en infrastructuurschade door cumulatieve seismiciteit bouwen zich over decennia op.
6. Alaska is het meest kwetsbare gebied: niet vanwege het huidige frackingvolume, maar vanwege de ecologische onomkeerbaarheid bij incidenten in het arctische milieu.
7. De politieke tegenstelling fracking is eerder economisch dan ideologisch: staten met significante reserves kunnen het zich niet permitteren te verbieden; staten zonder reserves kunnen het eenvoudig verbieden. Dit maakt een federaal verbod politiek structureel onhaalbaar.

Neutraliteit als vertrekpunt — feiten als kompas

Dit rapport neemt geen politiek standpunt in over de wenselijkheid van fracking. Het stelt vast wat de wetenschap aantoont, beschrijft wat politiek is besloten, en rekent door wat bewoners en de leefomgeving te wachten staat als de huidige koers wordt voortgezet. De lezer — burger, beleidsmaker of journalist — kan op basis van deze feiten zijn of haar eigen oordeel vormen.

— Einde rapport | Maart 2026

Bronnen: USGS, Stanford Doerr School of Sustainability, Springer Nature Applied Sciences, Wiley Reviews of Geophysics, EPA, CFR, Climate Xchange, Council on Foreign Relations