

## **Berging hoogradioactief afval in diepe boorgaten bij Petten, Almelo of ook Borssele? Herman Damveld**

Al tientallen jaren wordt de definitieve opslag van hoogradioactief afval in diepe boorgaten naar voren gebracht als alternatief voor de berging hiervan in bijvoorbeeld zoutkoepels of kleilagen.<sup>1</sup> Concrete resultaten bleven echter lange tijd uit. De Amerikaanse onderneming Deep Isolation heeft in 2019 wel een succesvolle test uitgevoerd.<sup>2</sup> Ook de COVRA studeert hierop.<sup>3</sup>

Omdat diepe boorgaten in beginsel op veel plekken aangelegd kunnen worden, speelt het maatschappelijk draagvlak een grote rol. Het ligt dan ook voor de hand dat een plek gekozen wordt waar al kernenergie-activiteiten zijn, zoals bij Petten, Almelo of Borssele. Of in provincies waar het bestuur voor de vestiging van nieuwe kerncentrales is.

### *Drie diepe boorgaten*

Hoogradioactief afval kan opgeslagen worden in 3 tot 5 kilometer diepe boorgaten op de locaties van huidige nucleaire installaties: Borssele en Petten. Deze opslag in diepe boorgaten is goedkoper, sneller en veiliger dan de huidige plannen om over 100 jaar het kernafval op te slaan in klei- of zoutlagen. Dit stelde Leo Van de Vate in een op 14 mei 2018 gepubliceerd rapport.<sup>4</sup> Hij was van 1980 tot 1984 secretaris van de Stuurgroep Brede Maatschappelijke Discussie Energiebeleid en tot 2001 programmamanager van de nationale onderzoeksprogramma's OPLA en CORA, in dienst van het ministerie van Economische Zaken.

Bij Borssele of Petten kan in drie diepe boorgaten eenmalig al het bestaande Nederlandse hoogradioactieve afval (99,9 % van de totale radioactiviteit) veilig worden opgeborgen, aldus het rapport. Het grote voordeel van deze locaties is volgens Van de Vate de maatschappelijke acceptatie in deze regio's: er zijn immers nucleaire installaties aanwezig.

Of er draagvlak bij Borssele is, lijkt anno 2023 onzeker. Immers, het college van B&W van deze gemeente ging uit van draagvlak voor nieuwe kerncentrales, maar dat wordt nu betwist. De bestaande kerncentrale is echter minder een onderwerp van discussie. Wat betreft Petten zijn er geen analyses over het ontbreken van draagvlak voor kernenergie.

### *Waarom diepe boorgaten, welk onderzoek is nodig?*

We volgen hier de redenering van Van de Vate. Berging van hoogradioactief afval in diepe boorgaten biedt zowel veiligheidstechnische als economische voordelen. Wel is nader onderzoek nodig, voordat deze techniek daadwerkelijk in Nederland toegepast kan worden, stelde Van de Vate.

Opberging in diepe, vanaf het oppervlak geboorde gaten is een andere vorm van geologische berging. Het gaat om een diepte van 3 tot 5 kilometer. Dit levert volgens Van de Vate "een extra grote geologische veiligheidsbarrière; veel meer dan bij een opbergmijn op enkele honderden meters diepte. Juist op die grote diepte van meer dan enkele kilometers vindt eventueel vloeistoftransport met geologische snelheid plaats, dat wil zeggen is stagnerend of vrijwel stilstaand." Geologische snelheid betekent enkele meters in duizenden jaren: "De diepe boorgaten-optie bezit dan ook een zeer grote veiligheidsbarrière."

Deze techniek is sterk in de belangstelling komen te staan, doordat het boren van kilometers diepe gaten in de afgelopen 20 à 30 jaar een grote ontwikkeling heeft doorgemaakt in de olie- en gasindustrie.

De diameter van containers met hoogradioactief afval van de opwerking van gebruikte brandstofelementen bedraagt 50 centimeter. De diameter van een boorgat moet met 60 centimeter zo'n 10 centimeter groter zijn. Het bergingsconcept van Van de Vate gaat uit van met boorspoeling gevulde en verbuisde gaten (gaten met buizen erin). Dat garandeert een

veilig transport van de afvalcontainers. De boorspoeling is noodzakelijk voor het boren zelf, voor de koeling van de boorkop, en levert tevens de noodzakelijke tegendruk naar het omringende gesteente.

Een diameter van 44,5 centimeter is standaard in de olie- en gasindustrie. Van de Vate stelde echter vast dat een boorgatdiameter van 60 centimeter op een diepte van 5 kilometer “binnen het bereik van de technische ontwikkeling zit.” Vandaar de aanbeveling om de technische haalbaarheid aan te tonen via “een omvangrijk project dat zware boorinstallaties vereist, omvangrijk ontwerp- en engineeringwerk en een zeer gedetailleerde planning.” Zo komen gegevens beschikbaar voor de noodzakelijke geowetenschappelijke karakterisering van het boorgatgebied.

Er zijn verschillende voordelen van deze manier van bergen van hoogradioactief afval. De boorgattechniek is flexibel van opzet, de boorgaten kunnen naar behoefte groter gemaakt worden en gevuld met kernafval. Daarna worden ze afgedicht. De kosten van deze berging van al het Nederlandse radioactieve afval zijn zeker een factor 10 lager dan bij opslag in een mijn in een zoutkoepel of kleilaag. De berging in boorgaten kost 200 miljoen euro tegen 2 miljard euro voor een mijn.

De grote diepte van de boorgaten bepaalt in grote mate de veiligheid van de opberging, terwijl bij berging in zout of klei de gesteente-eigenschappen maatgevend zijn voor de veiligheid. Dat beperkt de keuze van locaties. Bij diepe boorgaten daarentegen komen veel meer locaties in Nederland “voor berging in beeld, bijvoorbeeld ook bij nucleaire installaties,” stelde Van de Vate.

#### *De rest ondiep begraven bij Almelo?*

Het huidige regeringsbeleid gaat ervan uit dat ook het laag- en middelradioactieve afval opgeslagen wordt in dezelfde geologische eindberging. Van de Vate heeft echter ook hier een ander plan: Het laag- en middelradioactieve afval zou voor een periode van 300 jaar net onder de oppervlakte begraven moeten worden. Deze optie van ‘ondiepe begraving’ wordt als ‘proven technology’ gepresenteerd. “In feite betreft het een ondergrondse bunker die zo optimaal mogelijk met beton, dikke kleilagen en ondoordringbare vulmaterialen wordt geïsoleerd van de omgeving”. Dat zou in het oosten van Nederland kunnen gebeuren, bijvoorbeeld in de omgeving van Urenco/Almelo.

Maar waarom zou daar alleen laag- en middelradioactief afval, waarvan na pakweg 300 jaar de radioactiviteit vervallen is, begraven moeten worden? Het ligt voor de hand om dit te combineren met berging in diepe boorgaten van hoogradioactief afval.

#### *Internationale ontwikkelingen*

Het plan voor berging in diepe boorgaten sluit aan bij internationale ontwikkelingen, met name in de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Noorwegen.<sup>5 6</sup> Het gaat hierbij in de VS om een boorgat van 5 kilometer diepte, waarbij containers met hoogradioactief kernafval in de onderste 2 kilometer komen, waarna de rest van het boorgat wordt opgevuld met beton en asfalt. Onder meer het Amerikaanse overheidsorgaan Nuclear Waste Technical Review Board (NWTRB) stelt dat de benodigde technologie ontwikkeld en beschikbaar is via de gas- en oliewinning. Op meer dan 3 kilometer diepte zijn in de VS geen grondwaterstromingen en daardoor geeft een diep boorgat, in vergelijking met een opslagmijn op 700 meter diepte, een betere afscherming. Bovendien kost berging in diepe boorgaten slechts 15% van berging in een opslagmijn.<sup>7 8 9 10 11 12</sup>

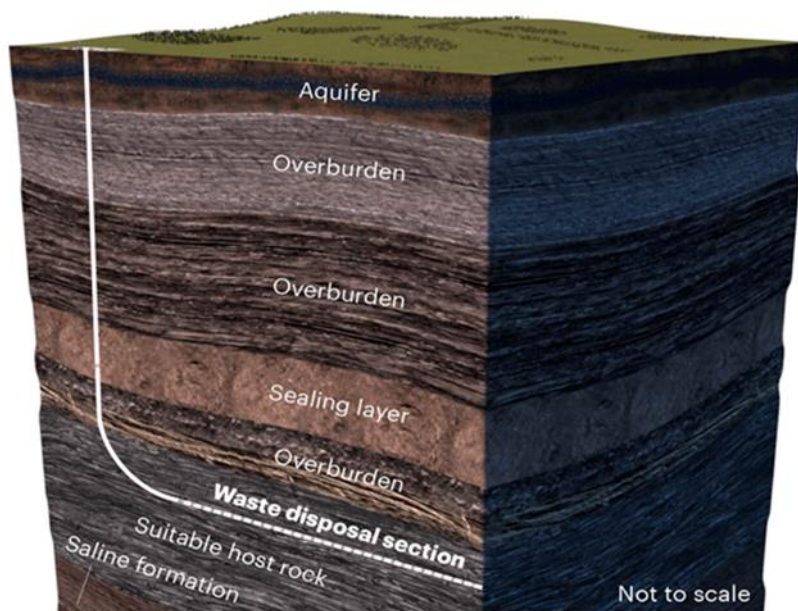
De Amerikaanse onderneming Deep Isolation, gevestigd in Berkeley in de staat Californië, heeft in 2019 een proef gedaan om berging in diepe boorgaten te kunnen aantonen. Een container zoals die gebruikt wordt voor hoogradioactief afval liet men enkele honderden

meters zakken in een boorgat. Later werd de container weer succesvol naar boven gehaald voor nader onderzoek aan de container zelf.<sup>13 14</sup>

De bergingsmethode heet schuin boren, hoewel haaks boren een betere term is. Vanaf het aardoppervlak wordt namelijk eerst minstens een kilometer recht naar beneden geboord. Daarna gaat de boring langzamerhand van verticaal naar horizontaal en het kernafval komt daar te liggen in de 'waste disposal section' van figuur 1. Volgens Deep Isolation kan dat bij of naast een kerninstallatie. De vaten met kernafval kunnen nog enkele tientallen jaren teruggehaald worden.<sup>15 16</sup>

Deep Isolation heeft in opdracht van de Britse overheidsorganisatie die verantwoordelijk is voor de opslag van radioactief afval, de Nuclear Decommissioning Authority (NDA), op 20 maart 2023 een rapport uitgebracht. Daarin staat dat 96% van het radioactieve afval dat naar verwachting geproduceerd wordt tot het jaar 2200, in diepe boorgaten opgeborgen kan worden. Het gaat dan zowel om vaten met kernsplijtingsafval als om uitgewerkte brandstofelementen en plutonium.<sup>17 18</sup> Ook in Duitsland is er belangstelling voor dit concept.<sup>19 20</sup> In Nederland heeft de COVRA op 4 november 2020 laten weten aan te sluiten bij het onderzoek naar berging in diepe boorgaten.<sup>21</sup> Kan dat ook op het terrein van de COVRA, of is Petten of Almelo beter?

**Figuur 1**  
**Schema opslag kernafval via diep boorgat**



Bron: <https://www.deepisolation.com/technology/>

<sup>1</sup> <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/deep-borehole-disposal-radioactive-waste-next-steps-and-applicability-national-programs/>, 17 november 2022.

<sup>2</sup> <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Deep-Isolation-secures-funding,-launches-Estonian>, 20 november 2020.

<sup>3</sup> <https://www.covra.nl/nl/downloads/onderzoeksprogramma/>, 4 november 2020.

<sup>4</sup> <https://www.laka.org/nieuws/2018/advies-kernafval-in-5-km-diepe-boorgaten-in-borssele-8998>, 14 mei 2018.

<sup>5</sup> <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2022/01/14/norwegian-nuclear-decommissioning-concludes-deep-borehole-disposal-great-option-for-nuclear-waste/?sh=550918160b33>, 14 januari 2022.

- 
- <sup>6</sup> [https://www.norskdekkommisjonering.no/wp-content/uploads/2021/12/Preliminary-assessment\\_Deep-Isolation-borehole-repository-as-a-disposal-option-for-nuclear-waste-in-the-ERDO-countries.pdf](https://www.norskdekkommisjonering.no/wp-content/uploads/2021/12/Preliminary-assessment_Deep-Isolation-borehole-repository-as-a-disposal-option-for-nuclear-waste-in-the-ERDO-countries.pdf), 1 december 2021.
- <sup>7</sup> SANDIA REPORT SAND2012-7789 September 2012 Deep Borehole Disposal of Nuclear Waste: Final Report Pat Brady, Bill Arnold, Susan Altman, and Palmer Vaughn  
<http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2012/127789.pdf>
- <sup>8</sup> [http://www.bundestag.de/blob/376822/a489fb1ff3922e24bad396b80f6f7f16/kmat\\_26-b-data.pdf](http://www.bundestag.de/blob/376822/a489fb1ff3922e24bad396b80f6f7f16/kmat_26-b-data.pdf).
- <sup>9</sup> Assessment of Disposal Options for DOE-Managed High-Level Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel  
<http://www.energy.gov/ne/downloads/assessment-disposal-options-doe-managed-high-level-radioactive-waste-and-spent-nuclear>, oktober 2014.
- <sup>10</sup> [http://www.mkg.se/uploads/DB/Deep\\_borehole\\_disposal\\_of\\_nuclear\\_waste-engineering\\_challenges\\_Beswick\\_Gibbs\\_Travis\\_Proceedings\\_of\\_the\\_Institution\\_of\\_Civil\\_Engineers\\_April\\_2014.pdf](http://www.mkg.se/uploads/DB/Deep_borehole_disposal_of_nuclear_waste-engineering_challenges_Beswick_Gibbs_Travis_Proceedings_of_the_Institution_of_Civil_Engineers_April_2014.pdf).
- <sup>11</sup> <http://www.nwtrb.gov/press/pr1200.pdf>.
- <sup>12</sup> <http://www.theengineer.co.uk/news/us-to-trial-pioneering-deep-hole-nuclear-waste-disposal-technique/1020281.article>, 28 april 2015.
- <sup>13</sup> <https://www.theguardian.com/environment/2019/aug/01/what-should-we-do-with-radioactive-nuclear-waste>, 1 augustus 2019.
- <sup>14</sup> <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Deep-Isolation-secures-funding,-launches-Estonian>, 20 november 2020.
- <sup>15</sup> <https://www.deepisolation.com/wp-content/uploads/2020/05/DeepIsolation-IntroWhitePaper-international-policy-makers.pdf>, september 2021.
- <sup>16</sup> <https://www.deepisolation.com/wp-content/uploads/2021/01/Sealing-of-a-Deep-Horizontal-Borehole-Repository-Nuclear-Waste-DeepIsolation.pdf>, Energies 2021, 14, 91.
- <sup>17</sup> <https://www.deepisolation.com/press/deep-isolation-publishes-study-of-deep-borehole-disposal-for-the-uks-nuclear-decommissioning-authority/>, 20 maart 2023.
- <sup>18</sup> <https://www.deepisolation.com/wp-content/uploads/2023/03/Deep-Isolation-Report-for-NDA-20-March-2023.pdf>, 20 maart 2023, pagina 9.
- <sup>19</sup> <https://www.ing-goebel.de/diskussion-2020/>.
- <sup>20</sup> <https://www.boell.de/de/2020/09/28/deutsche-ausgabe-des-ersten-world-nuclear-waste-report-2019>, 28 september 2020.
- <sup>21</sup> <https://www.covra.nl/nl/downloads/onderzoeksprogramma/>, 4 november 2020.