

Zoutkoepel Zuidwending: opslag perslucht, waterstof en aardgas

Herman Damveld

Groningen, 3 mei 2022

Op ongeveer 5 kilometer ten oosten van Veendam ligt de zoutkoepel Zuidwending. Het bedrijf Corre Energy organiseert op 10 en 11 mei informatiebijeenkomsten over het maken van cavernes in deze zoutkoepel voor de opslag van perslucht. Ook zijn er plannen voor opslag van waterstof. Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat start hierover eveneens in mei een procedure. In deze zoutkoepel wordt nu al aardgas opgeslagen. Het wordt hier druk onder de grond en dat heeft een reden. Omdat het veel kost om zout of pekkel over grote afstanden te vervoeren, worden nieuwe cavernes alleen aangelegd bij de bestaande zoutwinningslocaties zoals Zuidwending en Winschoten, concludeerde TNO in 2018.¹ Daar komt bij dat het zout hier relatief ondiep zit en dat deze zoutkoepels erg geschikt zijn om cavernes voor opslag in te maken. Het gewonnen zout gaat naar het Nobian-pompstation (zie figuur 1) en vandaar via een ondergrondse leiding naar Delfzijl. We veronderstellen dat Zuidwending in de jaren zestig gekozen is na een analyse van verschillende zoutkoepels. Details daarvan hebben we overigens niet kunnen achterhalen. Bij Veendam en zo'n 5 kilometer ten westen daarvan wint de firma Nedmag zout met een hoog gehalte aan magnesium. Het gaat hier om een zoutkussen. Nedmag wil deze winning uitbreiden en voortzetten tot 2045. Zuidwending valt onder de gemeente Veendam, met als gevolg dat soms Veendam genoemd wordt, terwijl het om een project bij Zuidwending gaat. Omdat de verschillende plannen los van elkaar zijn gepresenteerd, geven we hier een overzicht van de stand van zaken.

Figuur 1

Mogelijke locaties opslag perslucht en Nobian pompstation



Bron: <https://www.nobian.com/nl/zoutwinning/groningen/werkzaamheden/informatiebijeenkomsten-caes>, 14 en 16 februari 2022.

Inhoudsopgave

1. *Van wie is de zoutkoepel en hoe gaat de aanvraag van vergunningen?*
2. *Eindige energievoorraden en de opslag van perslucht en waterstof*
3. *Ontstaan zoutlagen, zoutkoepels en zoutkussens*
4. *Koepel en zout*
5. *Zoutkoepels voor opslag van radioactief afval, chemisch afval, waterstof of perslucht*
6. *Het winnen van zout, de vorming van cavernes, aardbevingen*
 - 6.1 *Het winnen van zout geeft cavernes*
 - 6.2 *Beperkte vraag naar zout, daarom Zuidwending en Winschoten*
 - 6.3 *Aardbevingen door zoutwinning*
7. *De zoutkoepel Zuidwending*
 - 7.1 *Wat weten we van de zoutkoepel Zuidwending?*
 - 7.2 *Opslag perslucht*
 - 7.3 *Opslag waterstof*
 - 7.4 *Aardgasopslag*
 - 7.5 *Verscherpt Staatstoezicht op Nobian*

Bijlage 1

Zoutwinning bij Veendam en ten westen daarvan

1. Van wie is de zoutkoepel en hoe gaat de aanvraag van vergunningen?

Waarom moet het zoutwinningsbedrijf Nobian een vergunning aanvragen voor het maken van een cave in de zoutkoepel Zuidwending, terwijl het bedrijf Corre Energy degene is die daar perslucht in wil opslaan? De NAM is “vergunninghouder van de winningsrechten” van het Groningen-gasveld, stelde het bedrijf op 21 april 2022.² Is dit gasveld daarmee eigendom van de NAM? Een aanzet tot een begrijpelijke uiteenzetting van de geldende wetten.

Tot 2003 speelde de oude Mijnwet - ‘Loi concernant les Mines, les Minières et les Carrières’ - een belangrijke rol bij de verlening van vergunningen. Die was in 1810 tijdens de Franse bezetting uitgevaardigd door keizer Napoleon. Deze wet werd onder meer in 1903 en 1996 aangepast.^{3 4} Sinds 2003 geldt de nieuwe Mijnbouwwet, waarbij de Franstalige wet nog wel een rol speelt.⁵ De Nederlandse staat is volgens de nieuwe wet de eigenaar van de ondergrond en mag concessies en winningsrechten verlenen.^{6 7}

Het woord concessie heeft in de loop van de tijd verschillende betekenissen gekregen, die wijzen op ergens mee instemmen of toestemmen. Hier betekent concessie een vergunning van de overheid. Maar het is een vergunning die anderen uitsluit. De instantie met de vergunning, de zogeheten concessiehouder, krijgt een monopolie op bijvoorbeeld een grondgebied of het spoorwegnet. De concessiehouder mag op eigen risico bepaalde activiteiten ondernemen of diensten aanbieden.

Als een concessie verleend is en er wordt bijvoorbeeld aardgas of zout aangetroffen, dan krijgt de onderneming die de concessie heeft het alleenrecht op de winning, een winningsvergunning. Na winning van het aardgas of zout is de concessiehouder er de eigenaar van en betaalt hij aan de staat een vergoeding over het gewonnen zout (zogenaamde ‘cijns’).⁸ Nobian heeft een concessie voor de zoutkoepel Zuidwending en is daarmee eigenaar van het gewonnen zout en mag plannen indienen (‘winningsplan’) voor het daadwerkelijk winnen van het zout. Daarbij ontstaan cavernes en Nobian heeft er dan als maker van die cave in het gebruiksrecht over en de verantwoordelijkheid voor. Dat houdt overigens ook in dat Nobian ervoor moet zorgen dat na gebruik de cavernes veilig afgesloten worden.

Het betekent overigens niet dat Nobian anderen kan toestaan in die cavernes stoffen op te slaan. Dat kan alleen de staat door een opslagvergunning af te geven en in te stemmen met een opslagplan.

Nobian heeft voor de zoutkoepel Zuidwending een winningsvergunning. Volgens de Mijnwet is Nobian daarmee de enige die een opslagvergunning kan aanvragen. Nobian zal dat voor bijvoorbeeld de perslucht opslag doen. Als de vergunning verkregen is, zal Nobian de vergunning overdragen aan Corre Energy. Dit bedrijf zal vervolgens het opslagplan maken en indienen.

Dit is nogal ingewikkeld en het is lastig om het zo op te schrijven dat het klopt en dat de lezers het ook begrijpen, maar zo zit de Nederlandse mijnbouwwet nu eenmaal in elkaar. Voor een nuttig overzicht van alle wetten die van belang zijn voor de ondergrond verwijzen we naar <https://www.nlog.nl/wetgeving>.

2. Eindige energievoorraden en de opslag van perslucht en waterstof

De zon is de belangrijkste bron van alle energie. De zon stuurt zijn stralen alle richtingen uit. Een heel klein beetje daarvan komt op de aarde terecht. Toch is dat kleine beetje heel belangrijk. De zon geeft warmte af. Als hij door de ramen schijnt, wordt het warmer in huis. Met zonnepanelen wordt de zonne-energie omgezet in elektriciteit. Door de zon wordt de lucht warmer. Verwarmede lucht komt in beweging en stijgt op. De lucht beweegt: door de zon waait de wind.

We krijgen in Nederland van de zon gemiddeld per jaar 35 keer zoveel energie als we nodig hebben voor verwarming, industrie, auto's en de opwekking van elektriciteit.⁹ We hebben niet zozeer een energieprobleem als wel een energie-omzettingsprobleem en een ruimteprobleem voor de plaatsing van zonnepanelen en windmolens.

Daar komt nog bij dat de zon niet altijd schijnt en het ook niet altijd voldoende waait. Om dan toch genoeg energie te hebben is naast opslag in batterijen ook grootschalige energieopslag nodig. Dat kan bijvoorbeeld door de opslag van waterstof die gemaakt is uit zon en wind of door de opslag van perslucht.

Zo maken we gebruik van oneindige in plaats van vooral eindige energiebronnen. Neem als voorbeeld Nederland. De Nederlandse energievoorziening is nu voor zo'n 90% gebaseerd op fossiele brandstoffen als kolen, olie en aardgas. Daarnaast leveren biomassa 5%, zon en wind 4% en kernenergie 1% van de energie.¹⁰ De voorraden kolen, olie, aardgas en uranium zijn echter eindig.

Het energiebedrijf BP publiceerde in juli 2021 een overzicht van de wereldwijde energievoorraden.¹¹ Om aan te geven hoelang de voorraden meegaan deelt BP de voorraad (de reserves) door het gebruik of productie van bijvoorbeeld het jaar 2020. Dat geeft het zogeheten R/P-getal (reserve gedeeld door productie). Dit is het aantal jaren dat een voorraad meegaat bij gelijkblijvende productie.

Het R/P-getal voor kolen is 140 jaar.

Het R/P-getal voor olie is 53 jaar.

Het R/P-getal voor aardgas is 50 jaar.

Door stijging van het energiegebruik neemt de voorraad in een hoog tempo af. We kunnen dat illustreren aan de hand van een rekenvoorbeeld. De kolenvoorraad is 140 jaar op basis van het gebruik van nu. Als het energiegebruik niet zou toenemen, zou men dus voor 140 jaar kolen hebben. Deze voorraad gaat 42 jaar mee als het gebruik jaarlijks met 2% toeneemt.¹² Of het kolengebruik zal toenemen is overigens de vraag. Bij een kolencentrale komt per kilowattuur twee keer zoveel van het broeikasgas CO₂ vrij als bij een gascentrale.¹³ Daarom kunnen we verwachten dat kolenvoorraden in de grond blijven zitten.

Om de opwarming van de aarde te beperken moet overigens op korte termijn het gebruik van alle fossiele brandstoffen naar beneden, blijkt uit het op 4 april 2022 verschenen rapport van

het VN-klimaatpanel IPCC. Om de opwarming van de aarde onder de 1,5 graad te houden moet de mondiale CO₂-uitstoot vóór 2025 zijn hoogtepunt hebben bereikt en rond 2050 op nul uitkomen.^{14 15}

Een ander voorbeeld van de eindigheid van de voorraad is het aardgas in het Groningen-veld. Met behulp van gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek, TNO, de NAM en de regering kunnen we uitrekenen dat er zo'n 560 miljard m³ aardgas in de grond blijft en dat sinds de aardbeving in augustus 2012 bij Huizinge 230 miljard m³ gas gewonnen is uit het Groningen-veld.^{16 17 18 19} In 2012 zat derhalve nog 800 miljard m³ gas in het Groningen-veld. Volgens de winningsplannen tot 2011 mocht de NAM jaarlijks 42,5 miljard m³ gas winnen uit het Groningen-veld.²⁰ Stel dat er geen aardbevingen zouden zijn geweest, dan was deze 800 miljard m³ op geweest in 19 jaar, dus in het jaar 2030.

Of neem kernenergie. In 1980 publiceerde het Internationaal Atoom Energie Agentschap (IAEA) gevestigd in Wenen rapporten over de International Fuel Cycle Evaluation (INFCE) over onder meer de voorraden uranium. Het IAEA verwachtte toen dat in het jaar 2025 wereldwijd 3.900 kerncentrales van elk 1.000 Megawatt in bedrijf zouden zijn.²¹ Indien het scenario van de INFCE zou zijn uitgekomen, dan zou de voorraad van 8 miljoen ton uranium in het jaar 2030 op zijn.

Daar komt nog bij dat kernenergie niet CO₂-vrij is. Bij de splijting van uranium in een kerncentrale komen verschillende gevaarlijke radioactieve stoffen vrij, maar er is geen CO₂-uitstoot. Daarom wordt kernenergie soms CO₂-vrij genoemd. Kernenergie draagt echter ook bij aan het broeikaseffect, is niet CO₂-vrij. Dit broeikasgas komt namelijk vrij bij de winning en bewerking van uraniumerts, bij de bouw van de kerncentrale, het transport van kernbrandstof, de afbraak van de centrale, enzovoort. Dit heet de indirecte CO₂-uitstoot. De CO₂-uitstoot van een kerncentrale is vergelijkbaar met die van een gascentrale met CO₂-afvang en tien keer zo hoog als bij windenergie.^{22 23 24}

Kortom, op den duur zal de energievoorziening gebaseerd moeten zijn op oneindige energiebronnen en dat zijn zon en wind. Omdat de zon niet altijd schijnt en de wind niet altijd waait, is opslag van energie nodig. Dat kan in batterijen, die overigens ook eindige grondstoffen gebruiken. Een goed alternatief is de opslag van perslucht of van waterstof en dat kan in zoutkoepels.

3. Ontstaan zoutlagen, zoutkoepels en zoutkussens

In het noorden en oosten van Nederland zijn op sommige plekken in de ondergrond zoutlagen van soms wel honderden meters dik te vinden. Deze zoutlagen zijn ontstaan doordat miljoenen jaren geleden het water uit binnenzeeën is verdampt, waarna het zout achterbleef. Boven op deze zoutlagen zetten zich nieuwe gesteentelagen af. Als het zout dieper begraven raakt onder die gesteentelagen, is het lichter dan de aard- of gesteentelagen erboven. Het effect daarvan is te vergelijken met een bal die onder water wordt geduwd. Als de bal onder water wordt losgelaten, komt hij vanzelf weer boven de waterspiegel uit. Bij breuken in dit zogeheten 'dekgesteente' wordt een deel van het onderliggende zout naar boven gedrukt en door de breuken heen geperst. Dit verschijnsel heet in de geologie 'diapirisme'.²⁵

Een verdikking van het zout waarbij de bovenliggende lagen niet worden doorbroken, heet een zoutkussen (zoals bij Veendam). Is het zout wel door die lagen heen gebroken en ver omhoog gekomen, dan spreekt men van een zoutkoepel of zoutpijler (zoals bij Zuidwending). In theorie, volgens berekeningen van een evenwichtstoestand, zouden de zoutkoepeltoppen tot ongeveer 500 meter boven het maaiveld moeten uitsteken.²⁶ In ons klimaat worden geen zoutbergen van 500 meter hoogte gevormd, omdat de opstijgende zoutkoepel wordt opgelost in het grondwater. In andere delen van de wereld is dat wel het geval. Bijvoorbeeld in Iran, waar in zeer droge gebieden zoals het Zagrosgebergte zoutbergen voorkomen die honderd tot driehonderd meter boven de grond uitsteken.²⁷

4. Koepel en zout

Een koepel kunnen we omschrijven als een halve bol die geplaatst is op het dak van een gebouw. Beroemde koepels zijn bijvoorbeeld de Sint Pieterskerk in Rome, de Taj Mahal in India en het Capitool in Washington. Onder de koepel is lucht, zodat men naar boven kan kijken.

Deze betekenis van het woord ‘koepel’ speelt door in hoe het woord ‘zoutkoepel’ vaak wordt opgevat. Een zoutkoepel wordt dan omschreven als een holle ruimte met een dak bestaande uit zout. Dat is echter niet het geval. Een zoutkoepel bestaat helemaal uit zout en heeft aan de buitenkant een vorm die lijkt op een koepel. Een met pekkel gevulde holte in het zout die ontstaat bij zoutwinning, wordt een (zout)caverne genoemd.

5. Zoutkoepels voor opslag van radioactief afval, chemisch afval, waterstof of perslucht

Vanaf 1973 worden zoutkoepels in Noord-Nederland genoemd voor de opslag van radioactief afval, chemisch afval, waterstof of perslucht.^{28 29 30 31 32} In tabel 1 geven we aan welke zoutkoepels waarvoor in aanmerking zouden komen. Radioactief of chemisch afval zou opgeslagen moeten worden in een aan te leggen mijn. Cavernes maken een zoutkoepel ongeschikt voor de berging van radioactief of chemisch afval. Maar cavernes in een zoutkoepel kunnen wél gebruikt worden voor opslag van aardgas, waterstof of perslucht. In een op 26 oktober 2021 verschenen rapport van TNO gaat het over 60 tot 200 cavernes alleen al voor de opslag van waterstof.³³ Daarnaast wil Corre Energy perslucht opslaan in twee cavernes.

Voor de opslag van waterstof zijn volgens TNO minimaal 60 cavernes in zoutkoepels nodig tot het jaar 2050. Gasunie-dochter EnergyStock slaat in zes cavernes aardgas op in de zoutkoepel Zuidwending en wil door Nobian vier cavernes laten aanleggen voor de opslag van waterstof. Dat houdt tevens in dat waterstof ook in andere zoutkoepels opgeslagen zal moeten worden. De vraag is om hoeveel andere zoutkoepels het gaat. TNO heeft namelijk uitsluitend gekeken naar de ondergrondse mogelijkheden, terwijl het aantal cavernes per zoutkoepel sterk verschilt en ook afhangt van de bovengrondse situatie, of er bijvoorbeeld een stad pal boven de zoutkoepel ligt. Op grond van de theoretische mogelijkheden kunnen we uitrekenen dat voor 60 cavernes twee andere zoutkoepels nodig zijn. Bij 200 cavernes gaat het om nog eens twee zoutkoepels.

Tabel 1

Genoemde opslagmogelijkheden zoutkoepels

Naam zoutkoepel	Radioactief afval	Chemisch afval	Waterstof	Perslucht
Ternaard	X		X	X
Pieterburen	X	X	X	X
Onstwedde	X	X	X	X
Schoonloo	X	X	X	X
Gasselte	X	X		
Hooghalen	X		X	X
Hoogeveen			X	
Anloo	X		X	
Winschoten		X	X	X
Klein Ulsda		X		
Zuidwending		X	X	X
Bourtange		X	X	X

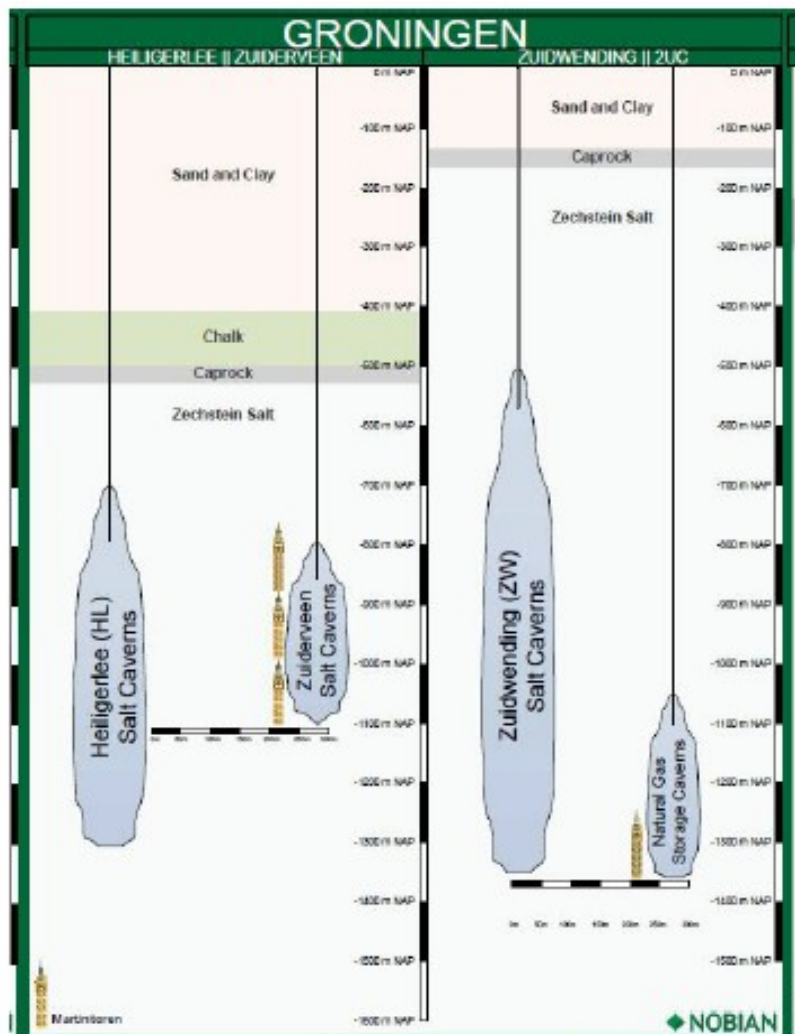
6. Het winnen van zout, de vorming van cavernes, aardbevingen

6.1 Het winnen van zout geeft cavernes

De zoutwinning gebeurt als volgt. Eerst wordt een gat geboord vanaf het aardoppervlak. Vervolgens zet men daar een pijp in, of beter gezegd een dubbele pijp: er zit een kleinere pijp in de grote. Via de ene buis pompt men water in de zoutkoepel, waardoor het zout oplost. Het opgeloste zout, pekkel genoemd, wordt via de andere buis naar boven gedrukt en afgevoerd naar de fabriek van Nobian in Delfzijl. Dit oplosproces vergt tijd. In de ondergrond ontstaat zo een holte, die men ook wel caveerne noemt. Het duurt drie tot vier jaar voordat een caveerne de vorm en grootte heeft die geschikt is voor opslag.³⁴

Een caveerne of zoutholte kan gebruikt worden voor de opslag van allerlei stoffen. Het gaat hier nadrukkelijk om een door mensen gemaakte holte. Soms lezen we dat de holte van nature aanwezig was, maar dat is niet zo en dat heeft met de druk te maken. Bij de ondergrondse druk zou een holte allang zijn samengeperst. Een korte uitleg. Zie ook figuur 2.

Figuur 2
Cavernes in zoutkoepel bij Zuidwending



Informatie avond CAES – 14-16 feb 2022

Bron: <https://www.nobian.com/nl/zoutwinning/groningen/werkzaamheden/informatiebijeenkomsten-caes>, 14 en 16 februari 2022.

De eenheid van druk heet ‘bar’ en vandaar de term ‘barometer’. De barometer geeft de luchtdruk aan in millibar, dat is een duizendste bar. Onder de grond is de druk veel hoger en hoe dieper we gaan, hoe meer aardlagen erboven zijn en hoe hoger de druk.

De druk in de ondergrond neemt toe met de diepte. Op 1.100 meter, de bovenkant van de caveerne, bedraagt deze druk ongeveer 240 bar. Het is belangrijk om daar niet boven te komen, want dan is er kans dat het daar aanwezige zout breekt. De maximum opslagdruk van 190 bar betekent een veilige marge van 50 bar. De compressoren zijn zo afgesteld dat de maximum opslagdruk niet overschreden kan worden. De compressoren kunnen simpelweg niet veel meer dan 190 bar leveren.

Op 1.400 m diepte, de onderkant van de caveerne, is de druk ruim 300 bar. Omdat steenzout zich op de lange termijn plastisch gedraagt, langzaam vervormt onder druk, wordt een caveerne in het zout heel langzaam dichtgedrukt. De aarde wil als het ware de oude toestand van voor de aanleg van de caveerne herstellen en doet dat door de caveerne dicht te drukken. Dat dichtdrukken gaat langzamer als de tegendruk van de lucht in de caveerne groter is. Een opslagdruk van gemiddeld 140 bar zorgt ervoor dat de caveerne nauwelijks kleiner wordt (hooguit een half procent per jaar). Een caveerne zonder tegendruk wordt sneller dichtgedrukt maar ook dat gaat langzaam en duurt jaren.

EnergyStock heeft in de zoutkoepel Zuidwending zes ondergrondse cavernes in beheer. Deze cavernes hebben een hoogte van zo’n 300 tot 500 meter, een doorsnede van 50 à 80 meter en liggen op een diepte van 1.000 tot 1.500 meter: “De Eiffeltoren zou er rechtop in kunnen staan.”³⁵

6.2 Beperkte Nederlandse vraag naar zout, daarom Zuidwending en Winschoten

Hoeveel nieuwe cavernes aangelegd kunnen worden, hangt af van een belangrijke randvoorwaarde, stelde TNO in 2018: “Er is voorlopig geen marktvraag die de aanleg van een nieuwe zoutverwerkingsfabriek rechtvaardigt, en het transporteren van zout/pekkel over grote afstanden is economisch niet rendabel,” met als gevolg “dat de snelheid van aanleg van nieuwe cavernes wordt bepaald door de vraag naar zout.” Nieuwe cavernes worden daarom alleen aangelegd bij de bestaande zoutwinningslocaties zoals Zuidwending en Winschoten, concludeerde TNO.³⁶

6.3 Aardbevingen door zoutwinning

Vergeleken met de inmiddels bekende aardbevingen als gevolg van de gaswinning uit het Groningen-veld zijn aardbevingen door zoutwinning volgens een woordvoerder van het SodM “een paar ordes lager wat betreft intensiteit en sterkte. We spreken dan ook vaak over ‘micro-seismiciteit.’ Dit wordt steeds beter in de gaten gehouden. Bij Heiligerlee gebeurt dit sinds 2018 en bij Zuidwending sinds 2020. Het SodM ziet dit als een manier om de stabiliteit van de cavernes te kunnen monitoren. Als er een verschuiving langs een breuk is of een brok zout valt in de caveerne, dan kan dat worden opgepikt. De trillingen zijn zo licht dat ze niet als een bron van schade worden gezien en ook niet voor mensen waarneembaar zijn. Bij Nedmag in Veendam is in 2020 een extra geofoon geplaatst en komt er op korte termijn nog een bij. Ook hier kunnen dan trillingen rond de cavernes beter worden gesignaleerd en kan er beter onderscheid worden gemaakt met trillingen van het Annerveen-gasveld ten zuiden van de zoutwinning.”³⁷

Schade door aardbevingen bleek een belangrijk thema te zijn bij de Nobian-informatieavond op 16 februari 2022, berichtte RTV-Noord: “Wat zijn de risico’s? En waar kan ik terecht als er wel schade optreedt? Dat waren woensdagavond 16 februari de meest gestelde vragen tijdens een informatieavond in Ommelanderswijk over de plannen voor de opslag van

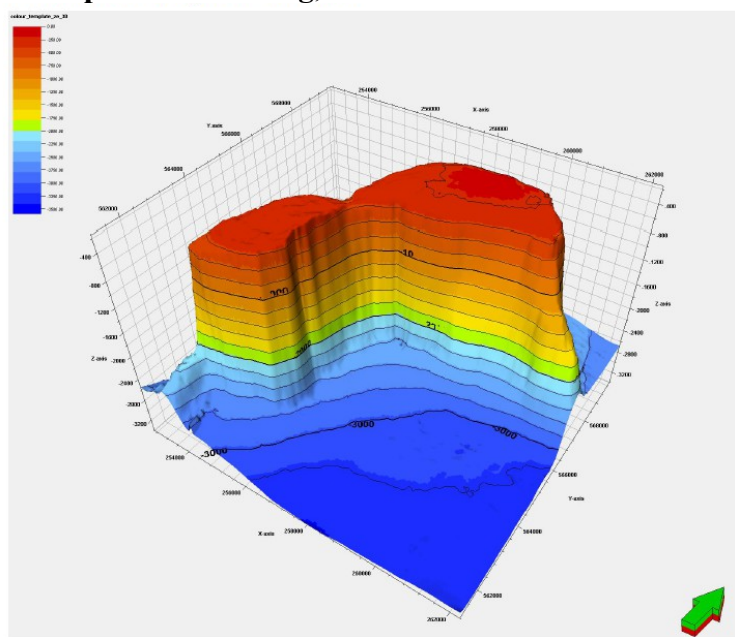
perslucht in zoutholtes bij Zuidwending. Omwonenden vrezen bij schade door bodemdaling van het kastje naar de muur te worden gestuurd.³⁸ Volgens Corre Energy is deze vrees ongegrond: De homogene structuur van het steenzout is “zo stevig (...) dat het opslaan van lucht in deze cavernes geen aardbevingen kan veroorzaken.”³⁹

Schade door mijnbouw bleef echter de gemoederen bezig houden. “Trek een cirkel van tien kilometer rondom Pekela vanuit het centrum en je vindt alle soorten mijnbouw die je maar kunt bedenken: gaswinning, zandwinning, zoutwinning, er wordt van alles opgeslagen in cavernes,” zei Arthur van Dooren. Hij is lid van de werkgroep bodemdaling en mijnbouwschade Pekela, die op 28 april 2022 een bijeenkomst heeft belegd. Scheuren, verzakkingen, klemmende deuren. Tientallen inwoners van de Pekela’s hebben beschadigde huizen, maar weten niet bij wie ze terecht moeten voor een schadevergoeding. Van Dooren: “Alles wat te maken met bodemdaling - of dat nou komt door gas- zout- of zandwinning, het vullen van cavernes of veenoxidatie - moet bij één loket worden afgehandeld. Daar meld je de schade als particulier. (...) Maar niet als particulier zelf allerlei dure procedures beginnen tegen misschien wel landsadvocaten, want dat win je van je leven niet.”⁴⁰

7. De zoutkoepel Zuidwending

7.1 Wat weten we van de zoutkoepel Zuidwending?

Figuur 3
Zoutkoepel Zuidwending, 3D-model



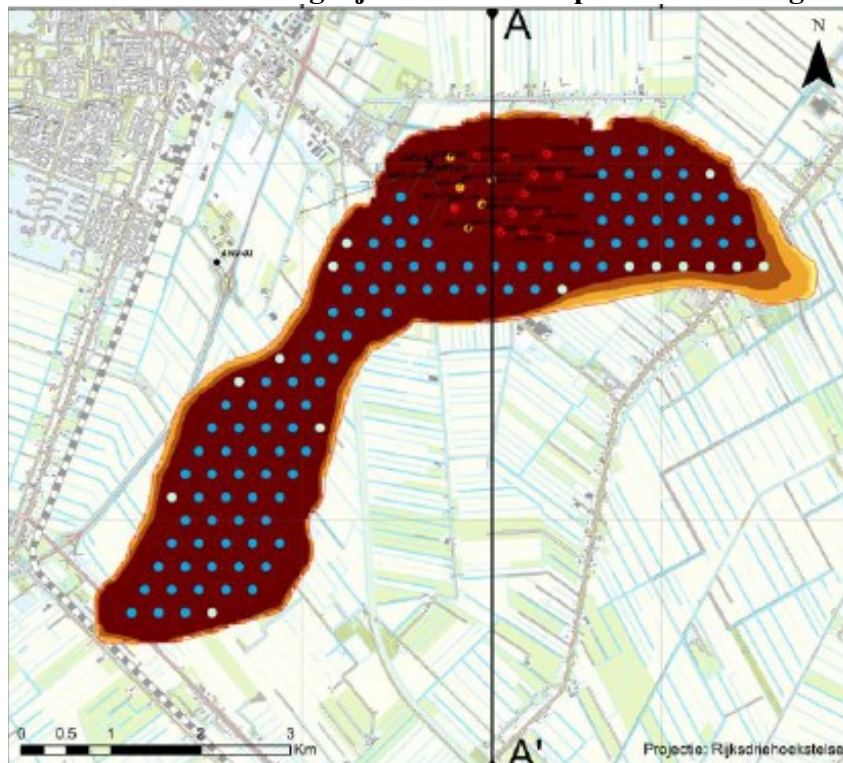
Bron: <https://www.nlog.nl/steenzout>, Zuidwending; opmerking: zout is wit en de kleuren in deze kaart hebben uitsluitend tot doel de diepte weer te geven en zo een beter beeld van de zoutkoepel te geven.

TNO heeft op 7 november 2014 aangegeven wat bekend is van de zoutkoepel Zuidwending. De zoutkoepel van Zuidwending is groot in omvang en de top ligt op 160 meter onder het aardoppervlak. Er bevinden zich 16 cavernes in deze zoutkoepel, die worden gebruikt voor de winning van zout en de opslag van aardgas. Een aantal van de boringen (NAM-putten Annerveen 1-4) heeft de zoutkoepel geheel doorboord voor de winning van het dieper gelegen gas (zie figuur 3).⁴¹ Volgens een rapport van TNO van 1 november 2018 kunnen in deze zoutkoepel maximaal 104 cavernes worden aangelegd (zie de blauwe stipjes in figuur 4).

Daarbij maakt TNO de kanttekening dat door mogelijke ruimtelijke beperkingen het maximaal aan te leggen aantal cavernes de helft kan bedragen.⁴²

Figuur 4

Honderd cavernes mogelijk in de zoutkoepel Zuidwending



Bron: <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/Ondergrondse+Opslag+in+Nederland+-+Technische+Verkenning.pdf>, 1 november 2018, pagina 56. .

7.2 Opslag perslucht

Het bedrijf Corre Energy Storage BV wil perslucht opslaan in twee cavernes in de zoutkoepel Zuidwending. Het project heet CAES Zuidwending, dat betekent Compressed Air Energy Storage oftewel opslag van energie via perslucht.

Zuidwending (de locatie tussen de Provincialeweg N366 en de Zoutweg, naast het Heeresmeer) is gekozen omdat er ondergronds een zoutkoepel ligt, bovengronds een geschikte aansluiting op het landelijke elektriciteitsnetwerk is en “er volop groene energie beschikbaar is door wind- en zonneparken,” met ook toegang tot waterstof.⁴³ Met een vermogen van 320 MW gaat het om de levering van duurzame elektriciteit overeenkomend met het gebruik van 158.000 woningen.⁴⁴

Waarom perslucht?

Corre Energy stelt dat het zonde is dat we niet alle groen geproduceerde stroom kunnen gebruiken. Als het hard waait en de zon ook schijnt, is er al snel een overschot aan opgewekte groene elektriciteit. Op het moment dat de leveranciers die elektriciteit niet kwijt kunnen aan het huidige netwerk, schakelen ze de windmolens en zonneparken uit. Op die manier gaat veel groene energie verloren. Opslag van energie kan dan een uitweg bieden. Dat gebeurt al in de vorm van grote batterijen die het formaat van een zeecontainer hebben. Maar die hebben een beperkte capaciteit. Opslag van energie in cavernes zoals Corre Energy dat van plan is, betekent een forse uitbreiding van de capaciteit. “Op deze manier komt er meer groen

geproduceerde elektriciteit beschikbaar, waardoor we minder afhankelijk worden van fossiele energie.”⁴⁵

In de vorm van samengeperste lucht kan een overschot aan wind- of zonne-energie opgeslagen worden voor momenten dat de wind niet waait of de zon niet schijnt. De samengeperste lucht wordt onder de grond opgeslagen. Daarvoor is elektriciteit nodig. Op het moment dat er energie nodig is, wordt de lucht weer vrijgelaten, waarbij energie vrijkomt die gebruikt kan worden voor de opwekking van elektriciteit. Zie figuur 5 en 6.

Eerdere plannen met perslucht

Al vanaf 2007 zijn er in Nederland plannen voor de opslag van perslucht in zoutkoepels. Toen publiceerde bijvoorbeeld de KEMA een overzicht van de mogelijkheden.⁴⁶ Daarmee sloot Nederland aan bij plannen in bijvoorbeeld de Verenigde Staten.⁴⁷ Daar heeft Alabama Electric Co-operative een CAES-installatie die perslucht opslaat in twee cavernes in een zoutkoepel; in totaal gaat het om 538.000 m³.⁴⁸ In Duitsland is vanaf 1978 een persluchtinstallatie in bedrijf bij Huntorf in de deelstaat Nedersaksen.⁴⁹ Deze opslag in een caveerne heeft een rendement van ongeveer 50%.⁵⁰

De opgeslagen lucht moet gedroogd worden en dat kost ook energie; daar is met het rendement van 50% rekening mee gehouden. De lucht die de caveerne ingaat moet vervolgens gekoeld worden, terwijl de lucht die uit de caveerne komt verwarmd moet worden. Dit gebeurt met aardgas (Huntorf) of in de toekomst wellicht met waterstof (Zuidwending). Dat ‘bijstoken’ van aardgas of waterstof is de belangrijkste reden van het beperkte rendement. Een geavanceerder systeem heeft een hoger rendement van 70%, maar is nog niet grootschalig toepasbaar. Dit is een systeem waarbij de warmte die bij het samenpersen van de lucht vrijkomt, wordt opgeslagen voor gebruik bij het weer verwarmen van de lucht.

Ter vergelijking: Het rendement van de beste Nederlandse elektriciteitscentrales is zo’n 60%: van de 100% primaire energie wordt 60% omgezet in elektriciteit en 40% via het koelwater geloosd.⁵¹

In Nederland liep het tien jaar geleden anders. In 2012 moest worden geconcludeerd dat de installaties voor de buffering van duurzame energie nog niet rendabel waren voor de elektriciteitsmarkt. Investerders werden toen niet gevonden.⁵² Maar nu is er het plan van Corre Energy.

Beperkte rol?

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat liet op 10 januari 2022 weten dat gecomprimeerde perslucht de komende tientallen jaren een beperkte rol lijkt te gaan spelen voor de nationale leveringszekerheid van energie: “Er zijn namelijk andere aantrekkelijker alternatieven daarvoor, die goedkoper en efficiënter flexibiliteitsservices kunnen leveren. Toch kan deze techniek belangrijk zijn voor sommige problematieken in bepaalde regio’s.” Het gaat dan om het stabiel houden van het elektriciteitsnet in een deel van Noord-Nederland.⁵³

Project van 320 miljoen euro

CAES Zuidwending zal volgens de plannen een opwekkingscapaciteit hebben van ongeveer 300 MW en een dagelijkse opslag- en leveringscapaciteit van ongeveer 3 tot 4 miljoen kilowattuur. De ingebruikname van het project was gepland voor 2024-25, deelde het bedrijf op 9 juni 2020 mee.⁵⁴ Het plan stuitte onverwachts op verzet: “We hadden beter rekening moeten houden met de gevoeligheden in de buurt, en bewoners en politici eerder en beter moeten informeren. (...) De impact van het nieuws hebben we niet goed ingeschat,” zei woordvoerder Ron Overbeek op 12 juni 2020. Hij vertelde dat er in de zomer van 2020 informatiebijeenkomsten zouden komen voor de bewoners en de gemeenteraden van Midden-

Groningen, Veendam en Pekela.⁵⁵ Deze planning van het 320 miljoen euro kostende project werd niet gehaald. Tot januari 2022 werkte Corre Energy aan de voorbereiding van de plannen, de technische uitwerking door onder meer Siemens en de aanvraag van vergunningen. Die *engineering* is nu gereed en de vergunningaanvraag voor de proefboring kon de deur uit, schreef RTV-Noord op 6 januari 2022: “Een proefboring staat eind 2022 gepland en is vooral nodig om te testen of de op ongeveer een kilometer diepte gelegen caveerne veilig is. Daarna wordt het zogeheten uitloogproces gestart, waarmee het laatste zout wordt weggehaald. In 2024 start de bouw van de eigenlijke installatie die in 2026 gereed moet zijn, waarna de perslucht de bodem in kan.”⁵⁶ Op 24 januari 2022 begon Corre Energy dan ook met een informatiecampagne, waarmee het bedrijf de buurt op de hoogte wilde brengen van de plannen. Het ziet er nu naar uit dat de opslag vanaf 2027 kan beginnen. Voor de financiering werkt Corre Energy samen met de Engelse investeringsmaatschappij Infracapital. Deze maatschappij investeert omgerekend 7 miljard euro in projecten die van belang zijn voor een duurzame ontwikkeling. Het doel is om op die manier ook de economische groei op lange termijn te ondersteunen.⁵⁷ Daarnaast heeft Corre Energy van de EU een subsidie gekregen van bijna 5 miljoen euro.⁵⁸

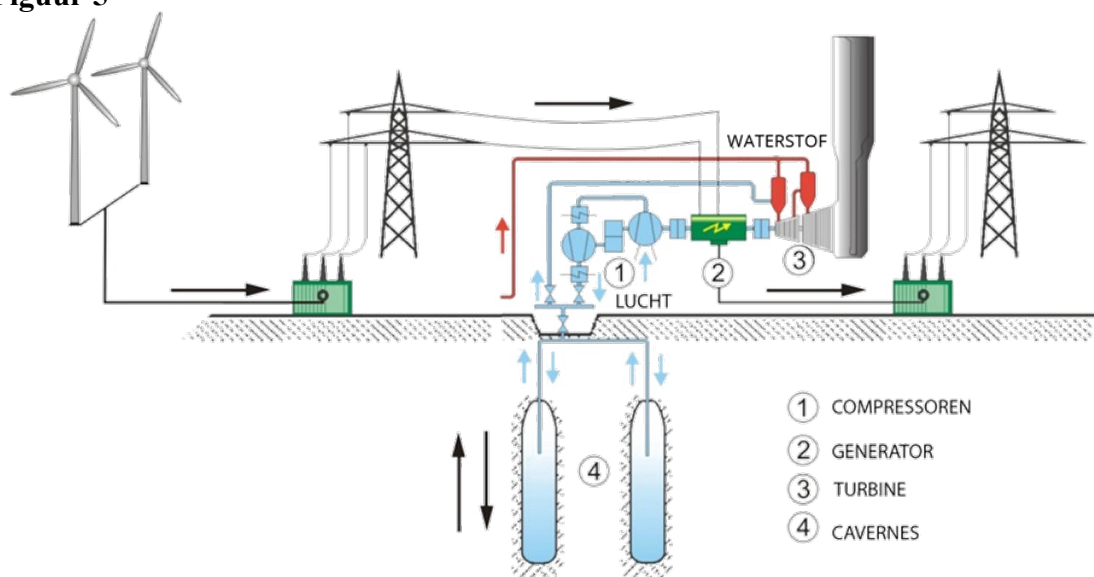
In dit verband blijven twee belangrijke vragen over:

- 1 Hoe komt Corre Energy te weten dat windparken stilgelegd zullen worden?
- 2 Wat is het verdienmodel van Corre Energy? Krijgt het bedrijf het overschot aan elektriciteit van die windparken heel goedkoop om dat op een later moment tegen een hogere prijs te verkopen? Gaat de winst naar de Engelse investeringsmaatschappij Infracapital of blijft die in Nederland?

Hoe werkt de opslag van perslucht?

De bovengrondse CAES-installatie kan met een elektrisch vermogen van 220 Megawatt (MW) de lucht samendrukken: “Dat vermogen gaan we verdelen over vier compressoren van 55 MW per stuk om zoveel mogelijk flexibiliteit te behouden. Tijdens het comprimeren van de lucht komt veel warmte vrij. Om die lucht af te koelen voor het de caveerne ingaat, maken we gebruik van hybride koeltorens, dus een toepassing met zowel lucht als waterkoeling. Hierdoor wordt de luchttemperatuur in de caveerne rond de 50 graden Celsius. Dat is een ideale temperatuur om de stabiliteit van de caveerne te garanderen,” stelt Corre Energy (zie figuur 5).⁵⁹

Figuur 5



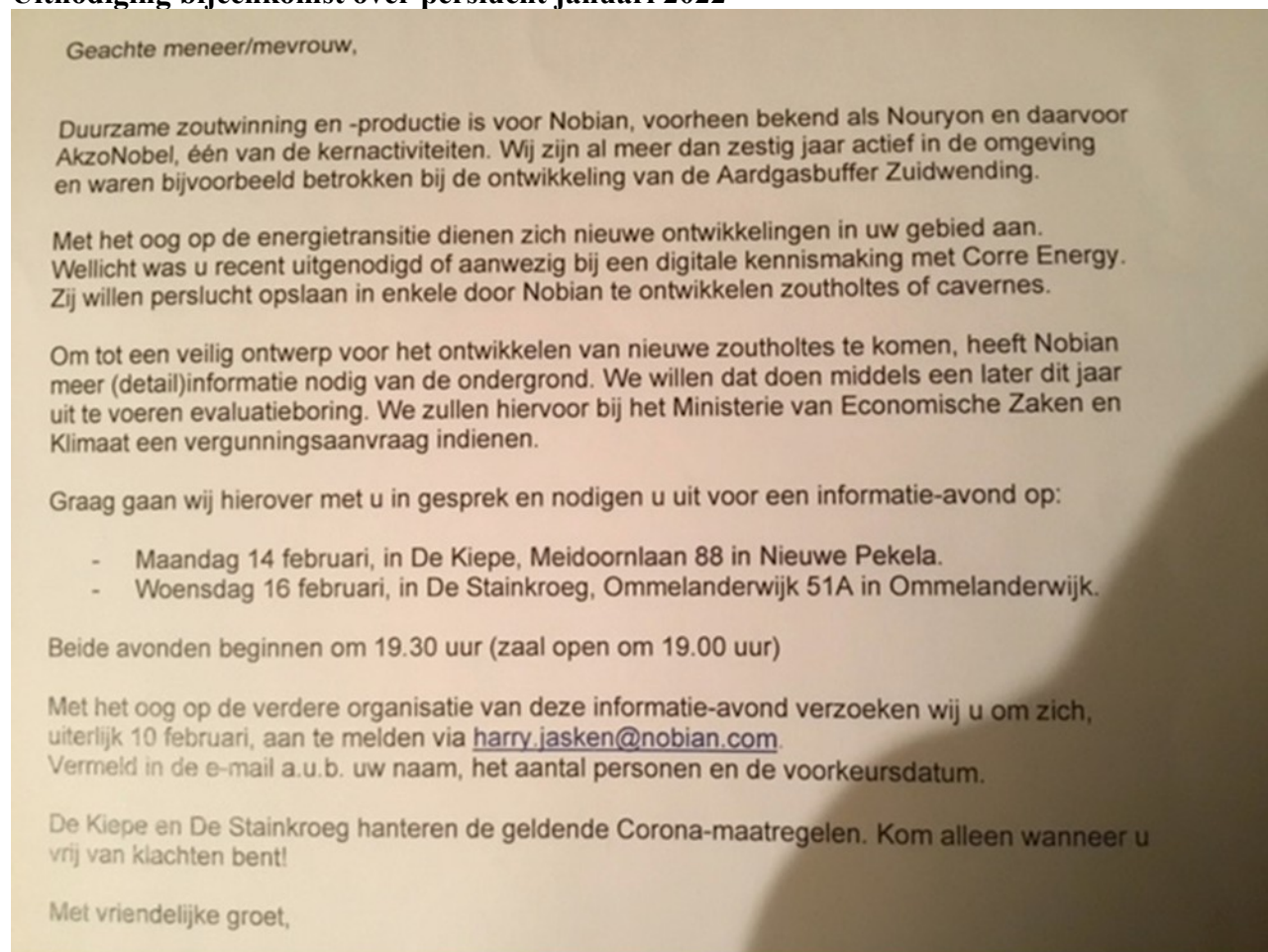
Bron: Corre Energy

Er wordt elektriciteit gebruikt om lucht in de opslagcaverne te persen. Om later via de perslucht elektriciteit te maken wordt de lucht eerst verwarmd. Deze opgewarmde lucht drijft turbines aan die elektriciteit produceren. Bij het terug leveren van stroom aan het elektriciteitsnetwerk wordt gebruik gemaakt van twee turbines met een totaal vermogen van 320 MW. Bij dit proces koelt de lucht af: “Daarom moeten we de lucht weer iets opwarmen, en daar willen wij waterstof voor gebruiken. Daarmee zijn wij een van de eersten die waterstof op grote schaal kunnen toepassen, en zijn daarmee een aanjager van de waterstof-economie.”⁶⁰

Vragen over “duurzame zoutwinning” voor persluchtopslag Zuidwending

Het zoutwinningsbedrijf Nobian organiseerde op 14 en 16 februari informatieavonden bij Zuidwending (zie de uitnodiging hieronder). Het gaat om het maken van zoutholtes (cavernes) in de zoutkoepel Zuidwending. De cavernes moeten gebruikt worden voor de opslag van perslucht door Corre Energy. Dit plan roept vele vragen op, die we in vier groepen onderverdelen.

Uitnodiging bijeenkomst over perslucht januari 2022



Wat is duurzaam?

De uitnodiging begint met de woorden “duurzame zoutwinning”. Maar wat is dat? Het woord ‘duurzaam’ wordt veel gebruikt in de betekenis van ‘duurzame ontwikkeling.’ Het komt erop neer dat toekomstige generaties niet slechter af mogen zijn dan de huidige. Het doel van

duurzame ontwikkeling is volgens een veel besproken rapport van de Verenigde Naties “de harmonie in de samenleving te bevorderen, tussen mensen onderling maar ook tussen mens en natuur.”⁶¹ Onderschrijft Nobian dit doel?

Is zoutwinning duurzaam of onomkeerbaar?

De aardgasbuffer draagt met de huidige zes cavernes jaarlijks ongeveer een millimeter bij aan bodemdaling. Sinds de start in 2011 heeft de aardgasopslag geleid tot 1,4 cm bodemdaling. Naar verwachting veroorzaken de huidige zes cavernes maximaal 3,6 cm bodemdaling tot 2050.⁶² Bij de start van de bouw van de cavernes en de installatie mocht uitgegaan worden van 25 centimeter tot 2050. Weliswaar is dit later naar beneden bijgesteld, maar daar komt nog de opslag van waterstof en van perslucht bij. Welke gevolgen heeft dat voor de bodemdaling? Gaat het hier om een duurzame verandering? Immers, bodemdaling is onomkeerbaar en onherstelbaar.

Nobian stelt: “Onze producten zijn essentiële chemicaliën die duurzaamheid in de volledige waardeketen ondersteunen, zoals bij de productie van lichtgewicht materialen voor elektrische auto's, accu's, isolatiematerialen en windmolens.”⁶³

Betekent dit dat ook in Zuidwending zelf de effecten van zoutwinning acceptabel en beheersbaar moeten zijn? Het zou goed zijn als daarover meer duidelijkheid gegeven kan worden.

Kan een proefboring leiden tot afzien van opslag van perslucht?

Volgens de uitnodiging is een ‘evaluatieboring’ nodig voor een veilig ontwerp van de caveerne. Die boring is in 2022 gepland. Maar wat is de definitie van veiligheid? Uit de literatuur en gesprekken met betrokkenen concludeer ik het volgende.

Veiligheid is een relatief begrip, aangezien niets onder alle omstandigheden volledig zonder gevaar is. In het geval van zoutwinning (en ook persluchttopslag) betekent veiligheid dat het zout ter plekke geschikt moet zijn voor een voorspelbare winning, waarbij de cavernes aan vooraf bepaalde eisen moeten voldoen en binnen de vooraf vastgestelde ontwerpgrenzen moeten blijven. Deze ontwerpgrenzen zorgen voor de stabiliteit van de ondergrondse cavernes. Als Nobian bij een proefboring onverwachte zaken tegenkomt, zal dat betekenen dat op die locatie geen caveerne voor de opslag van perslucht gemaakt kan worden. Nobian verwacht het niet, stelt dat de kans op een ongunstige geologische situatie klein is, maar niet nul.

Ook wat dit betreft zou het goed zijn als er meer duidelijkheid over gegeven kan worden.

Waarom de zoutkoepel bij Zuidwending, er zijn immers meer zoutkoepels?

Volgens TNO is er “voorlopig geen marktvraag die de aanleg van een nieuwe zoutverwerkingsfabriek rechtvaardigt, en het transporteren van zout/pekkel over grote afstanden is economisch niet rendabel.” Nieuwe cavernes worden daarom alleen aangelegd bij de bestaande zoutwinningslocaties zoals Zuidwending en Winschoten, concludeerde TNO.⁶⁴

Hoe is het tijdsschema?

Fase 1: Evaluatieboring en vergunningaanvraag proefboring

- *Evaluatieboring eind 2022*
- *Gedetailleerde kennis van de ondergrond verkrijgen*
- *Kennis meenemen in vergunningaanvraag caveerne-ontwikkeling*
- *Derde kwartaal 2022 Zienswijze op vergunningaanvraag*
- *Eind 2022 Vergunning voor evaluatieboring*
- *Eind 2022 Uitvoeren van de evaluatieboring*

• 2023: Afhankelijk van resultaten evaluatieboring volgt verdere uitwerking van het project en aanvraag ‘vergunningenpakket’ voor zoutwinning

Fase 2: Caverne-ontwikkeling

- Transportleidingen (water & pekel)
- Cavernes (putten)
- Plan gaat uit van 2 cavernes
- Circa 500.000 m³ per caverne
- Circa 5 jaar ontwikkeling tot volledige grootte caverne
- Pekelgebruik in zoutfabrieken Delfzijl

Fase 3: Caverne gebruikt voor opslag

- Gebruik caverne voor opslag perslucht Corre Energy vanaf 2028.

Figuur 6

Locatie persluchtinstallatie



Bron: Corre Energy

7.3 Opslag waterstof

7.3.1 Tot 200 cavernes nodig

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat liet op 10 januari 2022 weten dat ondergrondse opslag van waterstof “een belangrijke en noodzakelijke technologie (zal, H.D.) zijn voor het behouden van de vraag-aanbodbalans in het toekomstige energiesysteem. In 2030 zal de behoefte aan waterstofopslag nog beperkt van omvang zijn en inpasbaar in de capaciteit van 1-4 zoutcavernes. De benodigde opslagcapaciteit tussen 2030 en 2050 zal fors toenemen. Afhankelijk van hoe waterstof wordt toegepast en de mate waarin andere flexibiliteitsopties worden ingezet, kunnen de opslagcapaciteiten variëren tussen 17 tot mogelijk meer dan 200 zoutcavernes. Om praktische redenen is dit niet mogelijk en TNO en EBN gaan ervan uit dat maximaal 60 zoutcavernes realiseerbaar zijn tussen 2030 en 2050.”⁶⁵ In 2020 is Gasunie-dochter HyStock gestart met de voorbereiding voor de opslag van waterstof in zoutcavernes, op een wijze vergelijkbaar met de opslag van aardgas. In deze voorbereiding zijn de vraag, de vereiste technieken en de inpassing in de omgeving onderzocht. Volgens HyStock bestaat er vanaf 2026 behoefte aan een eerste caverne voor de

opslag van waterstof. Het ontwikkelen van cavernes en bijhorende installatie vergt enkele jaren. Om tijdig gereed te zijn zal de bouw moeten aanvangen in 2023/2024, het vergunningentraject start binnenkort. De waterstofopslag wordt toegankelijk voor alle partijen die waterstof willen opslaan.⁶⁶

7.3.2 Redenen voor keuze zoutkoepel Zuidwending

Bij Meeden ligt een verdeelstation van TenneT, een knooppunt in de elektriciteitsvoorziening. Hierlangs kunnen klanten duurzame elektriciteit aanvoeren, bijvoorbeeld van de windparken boven de Waddeneilanden, een tijdelijk overschot aan windenergie via de Cobra-kabel vanuit Denemarken en overtollige energie vanuit de Duitse wind- en zonneparken. Ook ligt er gas-infrastructuur in de omgeving, waarlangs waterstof - al of niet gemengd met aardgas - op termijn kan worden afgevoerd. Ten slotte heeft EnergyStock vergunningen voor opslag van gas in speciaal daarvoor uitgeloopte, sigaarvormige cavernes in de zoutkoepel die onder Zuidwending ligt. Onderdeel van de pilotfase is om te onderzoeken of waterstof hierin kostenefficiënt kan worden opgeslagen.⁶⁷

In de Rijksbegroting voor 2022 is 35 miljoen euro gereserveerd voor waterstofopslag. Meer middelen moeten worden gevonden om de eerste vier zoutcavernes te kunnen ontwikkelen. Het gaat hierbij om 140 miljoen euro.⁶⁸

7.3.3 Hoe men bij de proef aan waterstof komt

Voor het eerst is in Nederland een installatie opgezet waarbij op een schaal van 1 Megawatt (MW) ervaring wordt opgedaan met de omzetting van duurzaam opgewekte elektriciteit in waterstof. EnergyStock en Gasunie New Energy hebben hiervoor bij de aardgasbuffer Zuidwending een pilotproject opgestart, lieten ze in juni 2019 weten.⁶⁹

Op de aarden wallen rondom de installatie zijn 8.500 zonnepanelen geïnstalleerd met een gezamenlijk vermogen van 2,4 Megawatt (MW). Hiervan is 1,4 MW bestemd voor de verduurzaming van de eigen energievoorziening van de installatie. 1 MW wordt gebruikt om ervaring op te doen met de omzetting van groene stroom in groene waterstof. Daarvoor zijn op de installatie drie zeecontainers geplaatst. De eerste container bevat een elektrolyser, dat is een apparaat waarmee water wordt gesplitst in waterstof en zuurstof. De tweede bevat de benodigde elektronica en de derde een kleine compressor die hogedruktanks vult met waterstof. Die tanks komen vervolgens op een vrachtwagen voor het vervoer van de waterstof naar afnemers in bijvoorbeeld de mobiliteit en de industrie.

7.3.4 De eerste proef met waterstof in boorgat

Half mei 2021 is gestart met een demonstratieproject ter voorbereiding op het opslaan van waterstof in zoutcavernes, stelt HyStock (de in figuur 7 aangegeven groene rechthoek): “We gaan alle materialen en onderdelen die nodig zijn voor gasopslag beoordelen op geschiktheid voor de opslag van waterstof. Dat doen we in een bestaand boorgat van een nog te ontwikkelen caverne. Dit boorgat wordt gevuld met waterstof en onder 200 bar druk gezet. Eind mei 2020 heeft het ministerie van Economische Zaken en Klimaat de benodigde vergunning afgegeven om deze test uit te voeren.”⁷⁰

HyStock deelde in september 2021 de uitkomsten van het demonstratieproject mee:

- Het boorgat (deels met staal omhuld en deels vrij in het zout) heeft een geslaagde druktest met stikstof ondergaan. Dit is een standaard test.
- Het boorgat heeft daarna een druktest met waterstof ondergaan. Deze is succesvol verlopen. Het boorgat is dicht gebleken voor waterstof.”⁷¹

Vanaf eind 2021 ging HyStock verder met het demonstratieproject:

- In het boorgat werden materialen geïnstalleerd, waar de waterstof doorheen zou stromen

bij een echte caveerne (buis, veiligheidsafsluiters). (...)

- Hiermee werd weer een druktest uitgevoerd en het functioneren van alle componenten werd getest.
- De waterstof blijft tot aan de zomer van 2022 in het afgesloten boorgat zitten om langetermijneffecten te kunnen bestuderen. We voeren o.a. microbiologisch onderzoek uit. We willen bijvoorbeeld uitsluiten dat er onder invloed van bacteriën iets met de waterstof zou gebeuren.
- Rond de zomer van 2022 wordt alles weer verwijderd en is het boorgat weer in de oude staat, gevuld met pekkel.”⁷²

7.3.5 De volgende stap naar de opslag van waterstof

Op het demonstratieproject volgt de werkelijke opslag van waterstof in cavernes en hiervoor zijn vergunningen nodig. Daarvoor zet EnergyStock in mei de volgende stap, die ‘Voornemen en participatie’ heet. Voor de aanvraag van vergunningen wordt de Rijkscoordinatieregeling gevolgd. Komend najaar is het mogelijk een zienswijze in te dienen. Als de planning van EnergyStock gehaald wordt, zijn de vergunningen in de tweede helft van 2024 definitief.⁷³ Daarna is de planning;

- ♣ In 2026 1^{ste} caveerne gereed;
- ♣ In 2028 aansluiten 2e caveerne;
- ♣ In 2029 aansluiten 3e caveerne;
- ♣ In 2030 aansluiten 4e caveerne.

Figuur 7
Plannen opslag waterstof



Bron: [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caveerne-voor-waterstofopslag/\\$407/\\$1313](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caveerne-voor-waterstofopslag/$407/$1313), oktober 2021.

7.4 Aardgasopslag

Bij Zuidwending ligt een aardgasopslag (zie figuur 8). EnergyStock BV (een 100% dochter van de Gasunie) heeft hier zes cavernes en een bovengrondse installatie in gebruik. Het aardgas in de cavernes wordt voornamelijk gebruikt om het verschil tussen de vraag naar aardgas en het aanbod ervan op te vangen. Bij het realiseren van de cavernes werkt EnergyStock BV nauw samen met Nobian (voormalig AkzoNobel, toen Nouryon; vanaf 2021 Nobian).⁷⁴

De aardgasbuffer Zuidwending is als enige in de wereld in staat om binnen 15 minuten bij te schakelen of om te schakelen van bijvoorbeeld injectie naar uitzending van gas. De buffer is daarmee zeer geschikt om de energietransitie te ondersteunen.⁷⁵ Dagelijks wordt aardgas uit de buffer gehaald voor piekmomenten en in de buffer gestopt op rustige momenten. De Gasunie kan maximaal 1,8 miljoen m³ per uur uitzenden en 1,3 miljoen m³ per uur injecteren (zie figuur 9). De gasopslag heeft sinds de ingebruikneming 1,4 centimeter bijgedragen aan de bodemdaling. De verwachting is dat de 6 cavernes 3,6 centimeter bijdragen aan bodemdaling tot 2050. Dat is de daling die verwacht wordt direct boven het caverneveld. Hoe verder weg, hoe kleiner de daling. De bodemdaling treedt op in een gebied met een straal van 2 km rondom het middelpunt van het gasopslag-caverneveld.⁷⁶

De Gasunie heeft onderzocht of het nodig is om de capaciteit voor de opslag uit te breiden. Dat onderzoek wees uit dat er behoefte is aan een extra gascaverne naast de zes die reeds in gebruik zijn. De twee cavernes (A1 en A5) worden door Nobian gebruikt voor het winnen van zout. Ze zijn bijna zo ver uitgelopen dat ze geschikt zijn voor gasopslag. De Gasunie heeft ervoor gekozen om caverne A1 in gebruik te gaan nemen om de capaciteit van de gasopslag uit te breiden en A5 voor de opslag van waterstof.

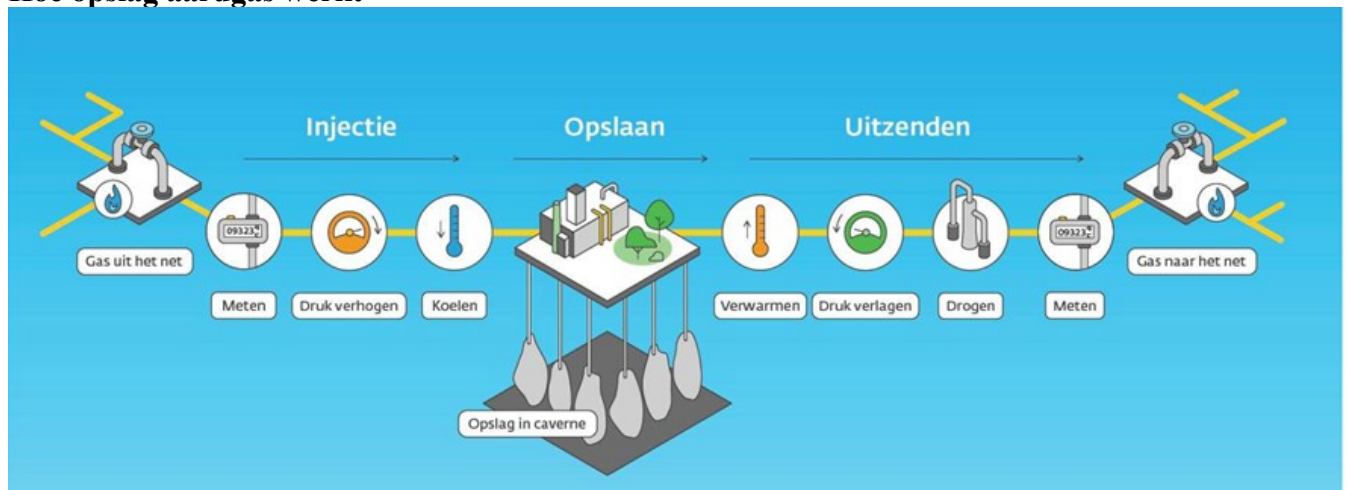
Figuur 8

Huidige installatie: aardgasopslag



Bron: [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/\\$407/\\$1391](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/$407/$1391), 4 april 2022.

Figuur 9
Hoe opslag aardgas werkt



Bron: [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/\\$407/\\$1391](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/$407/$1391), 4 april 2022.

7.5 Verscherpt Staatstoezicht op Nouryon/Nobian

Nobian wint in Groningen zout bij Heiligerlee en bij Zuidwending: “Doordat de ondergrondse zoutbergen in Groningen vrij groot zijn, kan hier met relatief weinig cavernes op een veilige manier veel zout gewonnen worden. We winnen het zout door water in de ondergrondse zoutberg te pompen en zo het zout op te lossen. Vervolgens brengen we dit zoute water (pekel) naar onze fabrieken in Farmsum, bij Delfzijl.”⁷⁷

Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) stelde op 8 februari 2021 vast dat het nodig was het verscherpte toezicht op Nobian voort te zetten vanwege “de problemen van de grote cavernes in Heiligerlee en Zuidwending.” Het SodM constateerde “dat de complexiteit van het veilig opereren en abandonneren van de cavernesystemen in Heiligerlee en Zuidwending en de planning van de nazorg nog langdurig aandacht nodig zullen hebben. (...) Op deze dossiers continueert SodM het verscherpte toezicht.”⁷⁸ Een woordvoerder van het SodM vulde aan op 15 april 2021: “Door oplopende druk kunnen mogelijk lekpaden ontstaan in het dak of de zijkanten van de caverne. Dit zou tot migratie van vloeistoffen kunnen leiden naar hoger gelegen aardlagen of naar naastgelegen cavernes. Er is daarbij ook een kans op milieuverontreiniging en extra en snellere bodemdaling. In het ergste geval caverne-instabiliteit en een sinkhole.” Weliswaar werkt Nobian aan “een systeembenadering voor veilig bedrijf” maar “door gebrek aan uitzicht op concrete resultaten op korte termijn blijft het verscherpt toezicht op dit punt bestaan.”⁷⁹ Desgevraagd deelde Nobian mee dat er uitzicht is op resultaten in de loop van 2023.⁸⁰

Bijlage 1

Zoutwinning bij Veendam en ten westen daarvan

Voor alle duidelijkheid: deze bijlage gaat niet over opslag van aardgas, waterstof of perslucht. Het gaat over zoutwinning die ook tot bodemdaling kan leiden.

Vier extra cavernes gepland in zoutkussen bij Veendam

In de ondergrond van het noorden en oosten van Nederland zit een dikke zoutlaag. Het gaat in Groningen om de omgeving van Veendam en Winschoten. Op ongeveer 5 kilometer ten

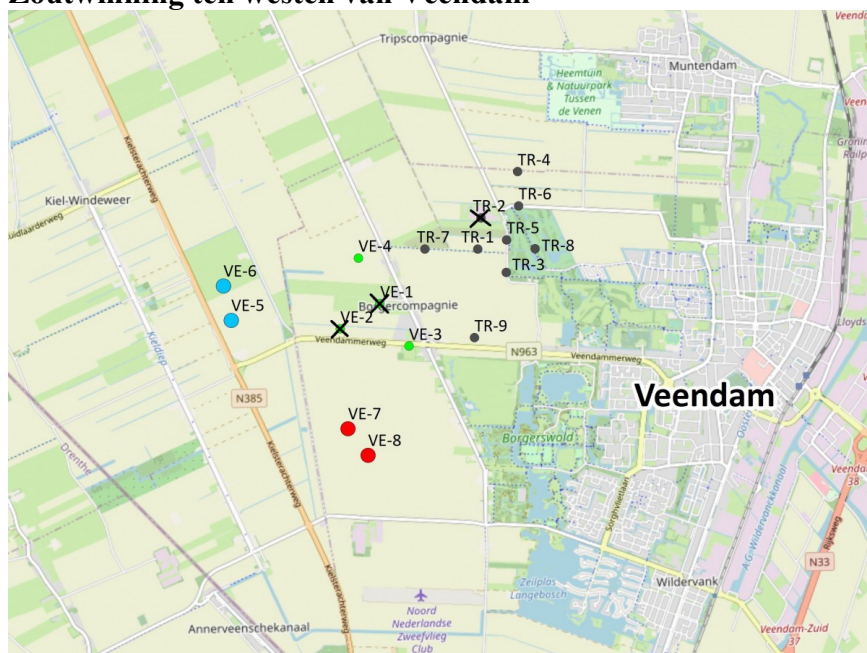
westen van Veendam nabij Tripscompagnie en Borgercompagnie ligt op 1.500-1.800 meter diepte een zogeheten zoutkussen dat veel magnesium bevat. Dit magnesiumzout is bijzonder, omdat het erg zuiver is.

De firma Nedmag wint dit zout onder verantwoordelijkheid van Zechstein Minerals, een samenwerking tussen Nedmag en R&H Minerals. Nedmag heeft twee aandeelhouders: de Belgische firma Lhoist en de Noordelijke Ontwikkelingsmaatschappij (NOM). De NOM heeft vier aandeelhouders: het Ministerie van Economische Zaken (50%) en de provincies Groningen, Friesland en Drenthe (gezamenlijk 50%).⁸¹

Nedmag won begin 2020 dit zout uit 13 putten, waarvan 9 bij Tripscompagnie (afgekort TR-1 t/m TR-9) en 4 bij Veendam (VE-1 t/m VE-4). Zie figuur 10.

Nedmag had al op 30 mei 2017 een aanvraag ingediend voor de aanleg van vier nieuwe cavernes (VE-5 t/m VE-8). Nedmag gaf aan dat de winning tot 2045 zou doorgaan. Ook wilde Nedmag de bestaande putten VE-1, VE-2 en TR-2 afsluiten.^{82 83} Daarover was van 11 juni 2020 tot vrijdag 24 juli 2020 inspraak mogelijk.⁸⁴ Het Staatstoezicht op de Mijnen bracht hierover een uitgebreide reactie uit.⁸⁵ Op 30 april 2021 werd een besluit bekendgemaakt. De minister stemde voor het grootste deel in met het winningsplan, zoals de aanleg van 4 nieuwe bronnen in Borgercompagnie. De minister stemde niet in met de hervatting van de winning uit bron VE-3 in Tripscompagnie. Dit om de kans op een herhaling van het incident in april 2018 te voorkomen. Om dezelfde reden werd de gevraagde hervatting van de winning uit bron TR-9 in Tripscompagnie slechts beperkt toegestaan (zie hierna). De minister stelde ook voorwaarden aan de instemming. Er werd een maximum gesteld aan de hoeveelheid pekkel (opgelost zout) die per caverne geproduceerd mag worden.⁸⁶

Figuur 10
Zoutwinning ten westen van Veendam



Bron: <https://www.nedmag.nl/kennisbank>

De firma Zechsal in Veendam handelt in magnesium en koopt het van Zechstein Minerals. Zechsal laat op de website weten dat de winning van zout door Nedmag “niet in één keer (kan, H.D.) worden stopgezet, omdat anders ondergrondse stuwingen kunnen ontstaan die risico’s met zich meebrengen. Er moet dus om veiligheidsredenen gewonnen blijven worden.” Daarom gaat Zechsal ervan uit “nog tot in lengte van jaren” te kunnen blijven handelen in magnesium.⁸⁷

De cavernes worden aangelegd op 1.500-1.800 meter diepte in de zoutlaag, die ook wel het zoutkussen Veendam genoemd wordt. Voor alle duidelijkheid: het gaat hier niet om de zoutkoepel Zuidwending die ongeveer 5 kilometer ten oosten van Veendam ligt.

Staatstoezicht op de Mijnen over lekkage caverne 2018 bij Veendam

Op 20 april 2018 ontstond bij de zoutwinning in Veendam door Nedmag in een caverne in de diepe ondergrond een scheur in het dak van een groot cavernecuster. Daarbij lekte pek en mogelijk ook diesel door het cavernedak naar de bovenliggende grondlagen. Nedmag nam - bleek achteraf - de juiste beheersmaatregelen om het lekken te stoppen. Door de druk in het cavernestelsel te verlagen werd zoveel mogelijk voorkomen dat de pek verder weggleet. Het gevolg van de drukverlaging was dat de caverne zich ging vullen met het omliggende zout en dat leidde tot, in dit geval versnelde, bodemdaling aan de oppervlakte. Nedmag was in gesprek met het Waterschap om de gevolgen hiervan te beheersen.

In december 2018 ontving het SodM een overkoepelend rapport over het incident. Het SodM deelde de conclusie van Nedmag dat het onwaarschijnlijk was dat de lekkage via een van de putten had plaatsgevonden. Het SodM zag een scheur in het zoutdak ook als meest waarschijnlijke oorzaak, maar het vallen van een blok uit het cavernedak behoorde ook tot de mogelijkheden. Het was daarbij niet uit te sluiten dat naast pek ook een groot volume diesel was weggelekt. Sinds het incident monitort Nedmag het grondwater via peilbuizen. Tot nu toe zijn er nog geen indicaties van pek of diesel in grondwaterlagen.

Het SodM was voorzichtiger dan Nedmag in de conclusie dat er geen gevaar was voor mens en milieu. Het SodM achtte de kans weliswaar klein dat het grond- en oppervlaktewater door pek of diesel zou worden vervuild, de gevolgen hiervan kunnen echter wel groot zijn.⁸⁸ Het gevolg van de beheersmaatregelen (laag houden van de cavernedruk en zoveel mogelijk leegpompen) was extra bodemdaling. Analyses van het bedrijf lieten een maximale bodemdaling zien van 76 cm t.o.v. 1977. Dit was meer dan de toegestane grens van 50 cm. Het Waterschap Hunze en Aa's nam maatregelen om de effecten van een bodemdaling van 69 centimeter aan te kunnen. Deze maatregelen zouden verder uitgebreid moeten worden. Het bedrijf was hierover in gesprek met het Waterschap. Daarnaast werd onderzoek gedaan naar de benodigde beheersmaatregelen.

Een ander gevolg van de lekkage was een kans op verontreiniging van de ondiepe ondergrond. De vloeistof die gelekt was uit het cavernestelsel bestond grotendeels uit pek. Daarbij kon ook diesel meegekomen zijn. Er zat immers een grote hoeveelheid diesel in het cavernestelsel: circa 45.000 m³. Berekeningen van de grootte van de scheur lieten zien dat het niet uit te sluiten was dat de scheur tot enkele honderden meters onder de oppervlakte was gekomen.

Het cavernestelsel van Nedmag is vrij uniek in de zoutindustrie. Dit kan voordelen hebben voor Nedmag als zoutproducent, maar ook nadelen door de grotere onzekerheid in het gedrag van het cavernestelsel. Het SodM was daarom ook van mening dat, mocht Nedmag in de toekomst verder willen opereren, men meer kennis moest vergaren.⁸⁹

De Haagse rechtbank heeft in december 2021 het ministerie van Economische Zaken op de vingers getikt: zoutbedrijf Nedmag mag voorlopig de winning uit de omstreden zoutput TR-9 niet hervatten. Het ministerie had begin 2021 nog ingestemd met een nieuw winningsplan. De rechter oordeelde echter dat veiligheid boven economisch belang gaat.

Het zoutbedrijf moest na een grote lekkage, eveneens in 2018, bij Tripscompagnie in de zoutcaverne onder put TR-9 een nieuwe vergunning aanvragen. Bij deze lekkage, ontstaan door een scheur in het dak van een van de ondergrondse zoutkoepels, zijn miljoenen liters pek en een onbekende hoeveelheid diesel weggelekt in de diepe ondergrond. Waar die diesel is gebleven, is tot op de dag van vandaag onbekend.⁹⁰

Het Staatstoezicht op de Mijnen deelde op 7 februari 2022 mee het verscherpte toezicht op Nobian te willen handhaven: “Het bedrijf heeft nog steeds niet geborgd dat zijn installaties veilig en verantwoord achtergelaten zullen worden. Ook heeft Nobian niet aangetoond dat het daar voldoende financiële middelen voor gereserveerd heeft. SodM continueert het verscherpt toezicht in 2022.”⁹¹

- ¹ <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/Ondergrondse+Opslag+in+Nederland+-+Technische+Verkenning.pdf>, 1 november 2018.
- ² <https://www.nam.nl/nieuws/2022/financieel-jaarverslag-nam-2021.html>, 21 april 2022.
- ³ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0001870/1999-02-17>
- ⁴ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-1996-280.html>
- ⁵ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0014168/2022-03-05/#Hoofdstuk11>
- ⁶ <https://www.demijnen.nl/de-mijnwet-van-1810-en-staatstoezicht>.
- ⁷ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0014168/2012-02-08>.
- ⁸
- https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/overige_belastingen/mijnbouwheffingen/
- ⁹ <http://www.technischweekblad.nl/rubrieken/energieserie/kunnen-we-overschakelen-op-duurzame-energie.130162.lynkx>, 24 mei 2011;
http://www.knmi.nl/klimatologie/achtergrondinformatie/Zonnestraling_in_Nederland.pdf;
<http://www.allesoverzonnepanelen.nl/voorwaarden/zonnestraling/>
- ¹⁰ <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/22/11-11-procent-energieverbruik-in-2020-afkomstig-uit-hernieuwbare-bronnen>, 31 mei 2021.
- ¹¹ <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>, juli 2021.
- ¹² https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=wdrCWG4aCCIC&oi=fnd&pg=PR13&dq=resource+lifetime+ecological+numeracy&ots=exbnKt8r5_&sig=2_yeJl7YMh3Vs2xMzr_SOVN3JQw#v=onepage&q=resource%20lifetime%20ecological%20numeracy&f=false
- ¹³ <http://www.nature.com/articles/s41560-017-0032-9>; <https://www.pv-magazine.de/2017/12/11/indirekte-photovoltaik-emissionen-kein-hindernis-fuer-dekarbonisierung/>, 12 december 2017.
- ¹⁴ <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/resources/press/press-release>, 28 februari 2022.
- ¹⁵ <https://nos.nl/collectie/13871/artikel/2423890-ipcc-sneller-en-grootschaliger-actie-nodig-anders-raken-klimaatdoelen-uit-zicht>, 4 april 2022.
- ¹⁶ https://www.nam.nl/feiten-en-cijfers/gaswinning.html#iframe=L2VtYmVkL2NvbXBvbmVudC8_aWQ9Z2Fzd2lubmluZw.
- ¹⁷ https://www.nlog.nl/sites/default/files/2019-08/delfstoffen_aardwarmte_2018_nl.pdf, 6 augustus 2019.
- ¹⁸ https://www.nam.nl/feiten-en-cijfers/gaswinning.html#iframe=L2VtYmVkL2NvbXBvbmVudC8_aWQ9Z2Fzd2lubmluZw.
- ¹⁹ <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=016c90ec-e2ba-4a3d-9f5f-5758440228b2&title=Finaal%20advies%20over%20maatregelen%20om%20de%20Groningenproductie%20te%20reduceren.pdf>, 10 september 2019.
- ²⁰ [https://nam-feitenencijfers.data-app.nl/download/rapport/3975f206-53bb-4b41-9a22-ad793d4f7178?open=true](https://nam-feitenencijfers.data-app.nl/download/rapport/3975f206-53bb-4b41-9a22-ad793d4f7178?open=true;); <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2014/01/17/gaswinning-in-groningen.html> antwoord op vragen Dik-Faber dd 17 januari 2014, kernmerk DGETM/14000292.
- ²¹ <https://www.iaea.org/newscenter/statements/keynote-speech-iaea-international-symposium-nuclear-fuel-cycle-and-reactor-strategies-adjusting-new-realities>, 3 juni 1997; IAEA, International Nuclear Fuel Cycle Evaluation, report Working Group 1, pagina's 30 en 123, gemiddelde van de data.
- ²² <https://jaspervis.wordpress.com/2019/03/03/hoeveel-co2-kost-al-dat-staal-van-een-windmolen-eigenlijk-2019-update/>, 3 maart 2019.
- ²³ <https://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/NuclearVsWWS.pdf>, 15 juni 2019.
- ²⁴ Jan Willem Storm van Leeuwen, Nuclear Monitor #886, June 8, 2020; CO2 emissions of nuclear power: the whole picture; <http://nuclearfreenw.org/climate.htm>.
- ²⁵ <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/diapor>.
- ²⁶ Vgl. onder andere G. Richter-Bernburg, Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins (1953). In: Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 105, pp. 843-854; (https://www.schweizerbart.de/papers/zdgg_alt/detail/105/49953/Stratigraphische_Gliederung_des_deutschen_Zechstein_s);
- <https://www.zechsteininside.com/nl/download/>
<https://zechsteininside.com/wp-content/uploads/2018/05/NL-Artikel-Magnesiumzout-Prof.-J.-Urai.pdf>
<https://www.geologievannederland.nl/ondergrond/afzettingen-en-delfstoffen/steen-zout>
- ²⁷ <https://wibnet.nl/natuur/bodem/wat-is-een-zoutkoepel>
- ²⁸ <https://www.covra.nl/nl/downloads/cora/>, rapport CORA (Commissie Opberging Radioactief Afval, 1995-2001).
- ²⁹ <http://www.kernenergieinnederland.nl/files/19760618-brief.pdf>, 18 Juni 1976.
- ³⁰ <https://radioactiefafval.nl/kernafval-in-zout/>, 7- Jaren tachtig: Commissie Opberging te Land (OPLA), Onderzoek naar de geologische opberging van radioactief afval in Nederland. Eindrapport Aanvullend onderzoek van Fase 1 (1A), (1993).
- ³¹ RIVM en RGD, Inventarisatie van de mogelijkheden van opberging van niet-radioactieve stoffen in een droge zoutmijn, november 1986; aangeboden aan de Tweede Kamer bij brief 25 februari 1987, Tweede Kamer, vergaderjaar 1986-1987, 19707, nr 16.

- ³² <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/Ondergrondse+Opslag+in+Nederland+-+Technische+Verkenning.pdf>, 1 november 2018.
- ³³ <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energietransitie/roadmaps/systeemtransitie/een-betrouwbaar-betaalbaar-duurzaam-en-rechtvaardig-energiesysteem/energieopslag-en-energieconversie/>
- ³⁴ <https://www.agbzw.nl/onze-cavernes/hoe-een-caverne-wordt-gebouwd>
- ³⁵ <https://www.agbzw.nl/onze-cavernes/hoe-een-caverne-wordt-gebouwd>
- ³⁶ <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/Ondergrondse+Opslag+in+Nederland+-+Technische+Verkenning.pdf>, 1 november 2018.
- ³⁷ E-mail van het SodM aan Herman Damveld op 15 april 2021 om 14:35
- ³⁸ <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/896961/omwonenden-persluchttopslag-zuidwending-willen-duidelijkheid-waar-moet-je-straks-aankloppen>, 17 februari 2022.
- ³⁹ <https://www.correenergystorage.nl/faq/?lang=nl>
- ⁴⁰ <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/918587/zorgen-om-schade-aan-woningen-in-pekela-kan-er-net-zo-goed-een-shovel-doorheen-jagen>, 29 april 2022.
- ⁴¹ <https://www.nlog.nl/steenzout>;
https://www.nlog.nl/sites/default/files/401a934e-b5e3-4c7d-8672-e868e6adbaae_zuidwending_2014.11.07.pdf
- ⁴² <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/Ondergrondse+Opslag+in+Nederland+-+Technische+Verkenning.pdf>, 1 november 2018.
- ⁴³ <https://www.correenergystorage.nl/het-project/?lang=nl>
- ⁴⁴ https://correenergystorage.nl/faq/?lang=nl&utm_medium=email&_hsmi=202242114&_hsenc=p2ANqtz-Pj1ejUJmleMb7pHeMmzEFjAn8022-p62-6R5t31EIKaaz_wgHGMLcGGt8NsFqTdZ6ZxOgraBFommS-NbtQySIAJGq5Q&utm_content=202242114&utm_source=hs_email
- ⁴⁵ <https://www.correenergystorage.nl/?lang=nl>
- ⁴⁶ <https://adoc.pub/energie-eiland-de-haikbaarheid-van-drie-verschillende-opties.html>, 14 september 2007
- ⁴⁷ <https://www.technischweekblad.nl/nieuws/amerikanen-slaan-energie-op-in-perslucht>, 21 september 2008.
- ⁴⁸ <https://www.osti.gov/biblio/10120190-history-first-us-compressed-air-energy-storage-caes-plant-mw-volume-early-caes-development-final-report>, 12 januari 1992.
- ⁴⁹ <https://www.gruene-sachwerte.de/news/windstrom-speichern-druckluftspeicherwerk-huntorf/>.
- ⁵⁰ <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/Ondergrondse+Opslag+in+Nederland+-+Technische+Verkenning.pdf>, 1 november 2018, pagina 22.
- ⁵¹ https://www.essent.nl/content/overessent/actueel/archief/2012/essent_opent_grootste_en_duurzaamste_gas-centrale_van_nederland.html#, 26 juni 2012; <https://www.nuon.com/activiteiten/productie/gas/gasgestookte-centrales/>.
- ⁵² <https://www.green2.nl/artikel/opslag-duurzame-energie-in-zoutcavernes/>, 7 september 2015.
- ⁵³ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/richtlijnen/2022/01/10/introductiedossier-bewindspersonen-ministerie-van-ezk>, 10 januari 2022.
- ⁵⁴ <https://correenergystorage.nl/caes-het-project/?lang=nl>
- ⁵⁵ <https://www.dvhn.nl/groningen/Corre-Energy-Storage-door-het-stof-25752608.html>, 12 juni 2020.
- ⁵⁶ <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/885566/corre-energy-start-charmeoffensief-voor-perslucht-in-zoutcavernes-zoutwending-wat-behelst-het>, 6 januari 2022.
- ⁵⁷ <https://www.infracapital.co.uk/>
- ⁵⁸ <https://corre.energy/infracapital-announcement/>
- ⁵⁹ <https://www.correenergystorage.nl/caes/?lang=nl>
- ⁶⁰ <https://www.correenergystorage.nl/caes/?lang=nl>
- ⁶¹ <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
- ⁶² <https://www.energiebufferzuidwending.nl/over-ons/nieuws/zicht-op-agbzw-onderhoudsstop-testen-met-waterstof-en-bodemdaling>, 5 april 2022.
- ⁶³ <https://www.nobian.com/nl/over-ons/onze-duurzaamheidsaanpak-grow-greener-together>
- ⁶⁴ <https://www.nlog.nl/sites/default/files/2018-11/Ondergrondse+Opslag+in+Nederland+-+Technische+Verkenning.pdf>, 1 november 2018.
- ⁶⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/richtlijnen/2022/01/10/introductiedossier-bewindspersonen-ministerie-van-ezk>, 10 januari 2022.
- ⁶⁶ <https://www.energiebufferzuidwending.nl/over-ons/waterstofbuffer>.
- ⁶⁷ <https://www.agbzw.nl/over-ons/hystock>, 26 juni 2019.
- ⁶⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/richtlijnen/2022/01/10/introductiedossier-bewindspersonen-ministerie-van-ezk>, 10 januari 2022.
- ⁶⁹ <https://www.agbzw.nl/over-ons/hystock>, 26 juni 2019.
- ⁷⁰ [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/boorgat-gevuld-met-waterstof/\\$396/\\$1312](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/boorgat-gevuld-met-waterstof/$396/$1312), 12 oktober 2021.
- ⁷¹ [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/boorgat-gevuld-met-waterstof/\\$396/\\$1312](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/boorgat-gevuld-met-waterstof/$396/$1312), 12 oktober 2021.
- ⁷² [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/boorgat-gevuld-met-waterstof/\\$396/\\$1312](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/boorgat-gevuld-met-waterstof/$396/$1312), 12 oktober 2021.
- ⁷³ [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/\\$407/\\$1391](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/$407/$1391), 4 april 2022.
- ⁷⁴ <https://www.agbzw.nl/>

- ⁷⁵ <https://www.agbzw.nl/projecten/a1>
- ⁷⁶ [https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/\\$407/\\$1391](https://www.energiebufferzuidwending.nl/projecten/ontwikkelen-caverne-voor-waterstofopslag/$407/$1391), 4 april 2022.
- ⁷⁷ <https://www.nobian.com/nl/zoutwinning/groningen/zoutwinning-in-heiligerlee-en-zuidwending>
- ⁷⁸ <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2021/02/08/verscherpt-toezicht-nouryon-toegespitst-op-twee-dossiers>, 8 februari 2021.
- ⁷⁹ E-mail van het SodM aan Herman Damveld op 15 april 2021 om 14:35.
- ⁸⁰ E-mail van Nobian aan Herman Damveld op 7 april 2022 om 17:39.
- ⁸¹ <https://www.nedmag.nl/over-ons/aandeelhouders>.
- ⁸² <https://www.nedmag.nl/nieuws/status-beoordeling-winningsplan>
- ⁸³ <https://mijnbouwvergunningen.nl/cms/view/57979189/kennisgevingen/57980395>,
- ⁸⁴ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2020-30759.html>, 10 juni 2020.
- ⁸⁵ <https://www.sodm.nl/documenten/brieven/2019/10/23/advies-sodm-winningsplan-nedmag-26-juni-2019>, 26 juni 2019.
- ⁸⁶ <https://www.nedmag.nl/nieuws/definitieve-besluiten-winningsplan-2018-ter-inzage>, 30 april 2021.
- ⁸⁷ <https://www.zechsal.nl/de-zoutwinning-in-groningen>
- ⁸⁸ <https://www.sodm.nl/sectoren/zoutwinning/nieuws/2019/04/19/oordeel-sodm-over-overkoepelend-rapport-lekkage-nedmag-april-2018>, 19 april 2019.
- ⁸⁹ <https://www.sodm.nl/sectoren/zoutwinning/documenten/brieven/2019/04/19/oordeel-sodm-over-overkoepelend-rapport-lekkage-nedmag-april-2018>, 2 april 2019.
- ⁹⁰ <https://www.ftm.nl/artikelen/rechter-ministerie-ez-vergunning-zoutwinning-in-de-fout>, 13 december 2021.
- ⁹¹ <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2022/02/07/toezicht-op-zoutwinner-nobian-update>, 7 februari 2022.