

Ministerie van Economische Zaken  
en Klimaat

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

De Voorzitter van de Tweede Kamer  
der Staten-Generaal  
Prinses Irenestraat 6  
2595 BD DEN HAAG

**Directoraat-generaal Klimaat  
en Energie**

Directie Warmte en Ondergrond

**Bezoekadres**

Bezuidenhoutseweg 73  
2594 AC Den Haag

**Postadres**

Postbus 20401  
2500 EK Den Haag

**Overheidsidentificatienr**

00000001003214369000

T 070 379 8911 (algemeen)

F 070 378 6100 (algemeen)

[www.rijksoverheid.nl/ezk](http://www.rijksoverheid.nl/ezk)

Datum 12 oktober 2021  
Betreft Aanbieden studie "Ondergrondse energieopslag in Nederland 2030-2050" met appreciatie

**Ons kenmerk**

DGKE-WO / 21248960

**Bijlage(n)**

1

Geachte Voorzitter,

Hierbij bied ik u het rapport "Ondergrondse Energieopslag in Nederland 2030-2050" aan van TNO en EBN, dat een technische analyse bevat over de toekomstige ondergrondse energieopslagbehoefte en hoe deze kan worden ingepast binnen het potentieel in Nederland. Het energiesysteem van de toekomst wordt in toenemende mate afhankelijk van weersafhankelijke fluctuerende duurzame energieproductie. Dit zorgt voor nieuwe uitdagingen in de energietransitie om vraag en aanbod van energie op elkaar af te stemmen over zowel korte als langere tijdsperiodes. Grootschalige energieopslag in de ondergrond van o.a. aardgas, warmte, groen gas en waterstof zal essentieel zijn voor de verdere integratie van niet stuurbare energiebronnen. Op basis van deze technische analyse worden mogelijke ontwikkelpaden voor ondergrondse energieopslag in Nederland tot 2050 beschreven met daarbij aanbevelingen voor beleid en regelgeving. De conclusies en aanbevelingen zijn relevant met het oog op de keuzes die moeten worden gemaakt bij de ontwikkeling en ruimtelijke inpassing van ons energiesysteem. Het zwaartepunt van de studie ligt bij waterstofopslag in de ondergrond en de ruimtelijke consequenties daarvan. Tevens geeft het rapport aan welke aanvullende onderzoeken nodig zijn om keuzes te maken voor de periode na 2030, waarin de behoefte aan ondergrondse energieopslag naar verwachting sterk zal toenemen.

Het potentieel aan ondergrondse energieopslag kan een grote bijdrage leveren aan de voorzienings- en leveringszekerheid van ons toekomstige energiesysteem en aan de werkgelegenheid van de regio's met opslagpotentieel. In voorafgaande overleggen met deze regio's is het energieopslagpotentieel besproken en de gedachten zijn breed gedragen dat we de uitdagingen gezamenlijk moeten oppakken. De bevindingen en conclusies van deze studie zijn het vertrekpunt om een open dialoog met de samenleving aan te gaan over de vraag of en op welke manier we de ondergrond willen inzetten voor opslag van energie. Hierbij moet er worden beseft dat grootschalige energieopslag het gebruik van zoutcavernes en mogelijk uitgeproduceerde gasvelden zal vergen. Een groot deel van deze ondergrondse voorkomens liggen in gebieden waar in het verleden en ook nu energie- en grondstofwinning uit de diepe ondergrond plaatsvinden en waarover zorgen leven bij de samenleving. Mogelijkheden voor ondergrondse energieopslag offshore en in grensoverschrijdende gebieden zullen ook in beschouwing worden

genomen. Toekomstig gebruik van de diepe ondergrond vraagt samenwerking met burgers, decentrale overheden, netbeheerders, marktpartijen en ook met grensoverschrijdende regio's met hoog energieopslagpotentieel en/of -kennis.

Deze studie is het startpunt van de ontwikkeling van een beleidskader om tot goede afwegingen te komen voor de realisatie van ondergrondse energieopslag rekening houdend met de maatschappelijke belangen en de technische mogelijkheden. Uiteraard is de ruimte in de ondergrond een schaars goed. Bij het gebruik van gebieden voor energieopslag is het van belang om de juiste balans te vinden met de lokale en regionale waarden en belangen. Daarvoor moet in het toekomstige beleidskader ruimte zijn voor regionale overwegingen, zoals het optimaal benutten van de lokale capaciteit en infrastructuur, naast overwegingen van nationaal belang (zoals leveringszekerheid en seizoensopslag). Ik zal het voorbereidende werk hiervoor starten zodat een volgend kabinet dit beleidskader kan opstellen. In deze brief geef ik een appreciatie van de inzichten en aanbevelingen gepresenteerd door TNO en EBN per vorm van ondergrondse energieopslag. Ten slotte ga ik in op de vervolgstappen die nodig zijn om tijdig de juiste voorwaarden te scheppen om de potentie van de ondergrond verantwoord te benutten.

### **Inzichten en aanbevelingen TNO en EBN**

#### *Ondergrondse opslag van aardgas*

Aardgasopslag in de ondergrond is op dit moment de belangrijkste vorm van grootschalige energieopslag die wordt ingezet binnen Nederland en de rest van Europa. De huidige gasprijzen leiden tot zorgen rondom de leveringszekerheid en of er voldoende aardgasopslag in Nederland wordt benut in de huidige marktcondities. De leveringszekerheid voor huishoudens en andere beschermde afnemers is op dit moment gewaarborgd met de maatregelen die in de afgelopen periode zijn genomen, mede in het licht van de afbouw van de eigen gasproductie<sup>1</sup>. Richting 2050 zal er volgens de door TNO en EBN onderzochte scenario's een afnemende vraag zijn naar aardgasbuffers vanwege de omschakeling van fossiele naar duurzame energiebronnen. In alle onderzochte scenario's ligt de behoefte aan ondergrondse aardgasopslagcapaciteit voor het balanceren van vraag en aanbod in 2030 ruim onder de huidig geïnstalleerde aardgasopslagcapaciteit (maximaal 1/4 ten opzichte van de huidige aardgasopslagcapaciteit)<sup>2</sup>. Afhankelijk van de rol die aardgas zal blijven spelen in de energiemix, kan de capaciteit in 2050 maximaal dezelfde blijven als die van 2030 maar zal waarschijnlijk verder afnemen. Richting 2050 zal een steeds groter gedeelte van het aardgas moeten worden vervangen door CO<sub>2</sub>-vrije alternatieven als duurzame elektriciteit of CO<sub>2</sub>-vrije gassen, zoals waterstof en groen gas. Aangezien groen gas dezelfde samenstelling en eigenschappen heeft als aardgas, zijn de aardgasopslaglocaties direct inzetbaar voor groen gas. Hierbij adviseren

---

<sup>1</sup> Zie vragen over de hoge aardgasprijzen en leveringszekerheid die de minister van Economische Zaken en Klimaat heeft beantwoord over de hoge aardgasprijzen en leveringszekerheid op 23 september van dit jaar (Kenmerk 2021D34787).

<sup>2</sup> Volgens de studie zal in 2030 nog ca. 37-54 TWh aan aardgasopslag nodig zijn, los van eventueel vraag naar strategische reserves. Dit is fors lager dan de huidige aardgasopslagcapaciteit van 130 TWh. De huidige 130 TWh omvat ook opslag die een commercieel oogmerk heeft (arbitrage), inclusief opslagcapaciteit om internationale handel in aardgas te ondersteunen.

TNO en EBN om onderzoek te doen voorafgaand aan eventuele sluiting van bestaande gasopslaglocaties (ondergrondse ruimte en bijbehorende infrastructuur) of deze capaciteit moet worden behouden voor toekomstige strategische gasreserves dan wel waterstofopslag. Deze opties zullen te zijner tijd gezamenlijk met de gasopslagen operators en relevante stakeholders worden verkend wanneer er sprake is van eventuele sluiting van een gasopslag-locatie.

### *Waterstofopslag*

De nationale<sup>3</sup> en regionale ambities omtrent waterstof in Nederland zijn hoog omdat waterstof een onmisbare schakel in de energietransitie is om verduurzaming te bewerkstelligen en tegelijkertijd biedt het economische kansen in de ontwikkeling van de complete waterstofketen (productie, transport, opslag en toepassing in de verschillende sectoren). Daarom onderschrijf ik de conclusie uit de studie dat waterstofopslag een belangrijke en noodzakelijke middel zal zijn voor het behouden van de vraag-aanbodbalans in het toekomstige energiesysteem. Volgens TNO en EBN zal al in 2030 behoefte zijn aan grootschalige waterstofopslag. Richting 2030 zal waterstofopslag voornamelijk in ondergrondse zoutcavernes plaatsvinden. Deze optie is technisch het verst ontwikkeld en heeft enkele voordelen in operationeel opzicht in vergelijking met het bovengrondse alternatief (o.a. productievermogen, opgeslagen volumes en bovengronds ruimtebeslag). De techno-economische haalbaarheid van het opslaan van waterstof in gasvelden moet nog worden aangetoond. Voor de realisatie van dergelijke opties dienen snel pilots te worden ontwikkeld. Veiligheid van deze activiteiten zal vanaf de start centraal staan. Reeds op de tekentafel zal de gehele levenscyclus (inclusief nazorg) van deze grootschalige opslagfaciliteiten worden bekeken. De Staatstoezicht op de Mijnen zal daarbij worden betrokken als toezichthouder op de veiligheid bij het gebruik van de ondergrond.

De benodigde waterstofopslagcapaciteit in de studie wordt ingeschat op 1-4 zoutcavernes in 2030<sup>4</sup>. Dit is in lijn met de uitkomsten van het project HyWay27<sup>5</sup> waar het nut en de noodzaak van een waterstof backbone werd onderbouwd. De ontwikkeling van opslagcapaciteit zal in samenhang moeten worden behandeld met de ontwikkeling van de waterstofketen en bijbehorende transportinfrastructuur. Daarom heeft het kabinet in de Miljoenennota 2022 € 750 miljoen gereserveerd voor de ontwikkeling van het transportnet voor waterstof en € 35 miljoen voor de ontwikkeling van de eerste waterstofopslag projecten.

Volgens de studie van TNO en EBN bevindt het ontwikkelingspotentieel van zoutcavernes zich voornamelijk in het noordoosten en oosten van het land. Dit is een deel van Nederland waar al veel activiteiten op het gebied van energie- en grondstofwinning in de ondergrond zijn verricht. Daarom is het belangrijk om samen met de betrokken regio's een zorgvuldige afweging te maken over de ontwikkeling van mogelijk nieuwe opslaglocaties. Het door TNO en EBN geëvalueerde potentieel in gekarteerde zoutstructuren dient nog nader te worden vastgesteld met locatiespecifiek onderzoek, waar nodig ondersteund met

---

<sup>3</sup> Klimaatakkoord 2019 en kabinetsvisie waterstof (Kamerstuk 32 813, nr. 485 )

<sup>4</sup> Equivalent naar 0,042-0,475 TWh

<sup>5</sup> Kamerbrief over ontwikkeling transportnet voor waterstof (Kamerstuk 32 813, nr. 756)

onderzoeksboringen. Dit onderzoek zal ik in het kader van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (KEM) laten uitvoeren.

Uit de studie blijkt dat de waterstof opslagbehoefte tussen 2030 en 2050 fors kan toenemen. Afhankelijk van hoe waterstof wordt toegepast en de mate waarin andere flexibiliteitsopties worden ingezet, varieert de benodigde hoeveelheid waterstofopslagcapaciteit in 2050 sterk. TNO en EBN gaan er vanuit dat, gelet op technische en praktische beperkingen, maximaal 60 nieuwe zoutcavernes zouden kunnen worden aangelegd tussen 2030 en 2050. In geval van grootschalige ontwikkelingen, zoals geschetst door TNO en EBN, zal dit niet voldoende zijn en bieden uitgeproduceerde gasvelden een alternatief om grootschalige waterstofopslag binnen Nederland te realiseren. Ook kunnen gasvelden mogelijkheden verschaffen voor de aanleg van strategische waterstofreserves, indien dit in de toekomst gewenst is. De praktische opslagcapaciteit in gasvelden op land wordt circa vier keer groter ingeschat dan in (nieuwe) cavernes in zoutstructuren op land. In deze beschouwing worden gasvelden met mogelijke ruimtelijke beperkingen niet meegenomen, zoals natuurgebieden, stedelijke gebieden en grondwaterbeschermingsgebieden. Het Groningenveld bijvoorbeeld is niet geschikt voor waterstofopslag en wordt buiten beschouwing gelaten in de verkenning.

TNO en EBN adviseren in hun rapport omtrent waterstofopslag om:

- te zorgen dat er uiterlijk 2030 een antwoord bestaat op de vraag of waterstofopslag in gasvelden technisch, economisch en praktisch realiseerbaar is;
- het starten van veldtesten te stimuleren in de periode tussen 2020 en 2030, zodat de technologie in *technology readiness* stijgt naar pilotwaardig niveau;
- te zorgen dat er voor 2030 een duidelijk beeld is van mogelijke alternatieven voor het geval dat waterstofopslag in gasvelden niet realiseerbaar blijkt;
- te zorgen dat er vóór 2030 een duidelijk inzicht is in het aantal benodigde zoutcavernes voor waterstofopslag.
- 

Om te zorgen dat er uiterlijk in 2030 een antwoord bestaat op de haalbaarheid van waterstofopslag in gasvelden en om veldtesten te stimuleren, wil ik ingaan op het advies van TNO en EBN om onderzoek te doen naar deze aspecten en vooral om dit samen te doen met landen die ook actief op dit gebied zijn, zoals o.a. Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Oostenrijk. In het bijzonder zal er aandacht moeten besteden aan het mogelijke hergebruik van de bestaande aardgasopslaglocaties, de bijbehorende risico's van waterstofopslag in het algemeen en de mogelijke interferenties met de winning van delfstoffen en andere vormen van ondergrondse opslag (zoals CO<sub>2</sub> en perslucht). Daarnaast vind ik het belangrijk om de mogelijkheden van alternatieven op opslag op land in Nederland te verkennen, zoals offshore opslag en opslag in grensoverschrijdende regio's. Met het doel om deze onderzoeken en verkenningen uit te voeren, heb ik TNO de opdracht gegeven om een nieuwe onderzoekslijn op te starten en te coördineren binnen het waterstof Technology Collaboration Programme (TCP) van het Internationale Energie Agentschap (IEA). Deze zal van 2022 tot 2024 lopen en de

inzichten zullen worden meegenomen in de ontwikkeling van het beleidskader. In het beleidskader zal ook worden bepaald wat de veiligheidsnorm wordt voor de risico's door bodembeweging als gevolg van ondergrondse waterstofopslag, zodat de veiligheid van projectaanvragen getoetst kan worden.

Rijk en regio's zullen met elkaar het gesprek moeten voeren over de vraag onder welke condities energieopslag kan plaatsvinden en welke kansen zij daarbij zien. Anticiperend daarop zal de minister van Economische Zaken en Klimaat met de operators in overleg treden zodat mogelijkheden van hergebruik en de toekomstbestendigheid van cavernes voor de opslag van duurzame energie wordt meegenomen in de vergunningaanvragen. De ruimtelijke afwegingen zullen alvast in het Programma Energie Hoofdinfrastructuur (PEH) worden uitgewerkt om ervoor te zorgen dat er voor 2030 voldoende duidelijkheid bestaat in het benodigde aantal zoutcavernes voor waterstofopslag en hoe deze kunnen worden ingepast.

#### *Ondergrondse warmtebuffering*

De studie laat zien dat aquifers in de ondergrond een belangrijke rol kunnen spelen als hogetemperatuur-warmtebuffers bij het efficiënter benutten en integreren van constante en seizoensgebonden duurzame warmtebronnen in warmtenetten (geothermie, restwarmte, zonthermie). Daarmee wordt ook het gebruik van secundaire en variabele warmtebronnen, zoals gas, biomassa en elektriciteit gereduceerd. In 2050 kan jaarlijks minstens 2-8% van de warmte geleverd door warmtenetten worden bespaard met de inzet van deze warmtebuffers. TNO en EBN adviseren om te anticiperen bij de aanleg van nieuwe warmtenetten en het verduurzamen van bestaande warmtenetten in combinatie met geothermie, restwarmte en duurzame bronnen zoals zonthermie en warmtepompen, op een eventuele integratie van ondergrondse warmtebuffering door bij het ontwerp rekening te houden met het lokale potentieel voor (hogetemperatuur)warmteopslag. In het nu lopende nationale onderzoeksprogramma WINDOW (WarmingUp Thema 5) wordt verder onderzocht hoe technische, juridische en bedrijfseconomische belemmeringen gerelateerd aan hogetemperatuuropslag weggenomen kunnen worden. Ook wordt hierbij gekeken naar mogelijke milieurisico's.

#### *Persluchtopslag en ondergrondse pompaccumulatie*

Uit de energiescenario's die binnen de studie zijn onderzocht blijkt dat mechanische energie in de vorm van gecomprimeerde perslucht (CAES) en ondergrondse pompaccumulatie (O-PAC) de komende decennia een beperkte rol lijken te gaan spelen voor de nationale leveringszekerheid van energie. In het algemeen wordt geen directe noodzaak gezien voor de aanleg van CAES en/of O-PAC om nationale leveringszekerheid te borgen. CAES en O-PAC zijn mogelijk interessant als privaat-commerciële initiatieven die technische diensten aan het elektriciteitsnet kunnen aanbieden met betrekking tot het op korte tijdschalen balanceren en stabiel houden van het elektriciteitsnet. TNO en EBN geven aan dat deze technologie dan wel moet concurreren met mogelijk andere aantrekkelijkere alternatieven, zoals interconnectie, vraagsturing en batterijen die goedkoper en efficiënter flexibiliteitservices kunnen leveren. Ook geven ze aan dat aanleg van CAES mogelijk (tijdelijk) zoutcaverneruimte inneemt die anders had kunnen

worden gebruikt voor aanleg van waterstofopslag (i.e. het maximale aantal 60 praktisch realiseerbare cavernes). Dit is een factor waarmee er rekening gehouden moet worden in de ruimtelijke planning en inpassing van mogelijke CAES-projecten. TNO en EBN adviseren om bij de beoordeling van komende aanvragen voor CAES- en O-PAC-projecten mee te wegen dat de ervaringen uit deze projecten kunnen bijdragen aan een beter inzicht in hoe deze technologieën in praktische zin kunnen bijdragen aan de energievoorziening na 2030.

Ik zie op dit moment, met de kennis van nu, geen reden om deze technologieën te bevorderen in het kader van de nationale belangen. Dit neemt niet weg dat deze technologieën juist wél een oplossing kunnen bieden voor lokale stabiliteitsproblemen in concrete gebieden van het elektriciteitsnet. Daarom acht ik het belangrijk bij eventuele vergunningsaanvragen voor dergelijke projecten de samenwerking op te zoeken met de betrokken regionale overheden en de regionale overwegingen en belangen mee te nemen in de beoordeling van de aanvragen. In het te ontwikkelen beleidskader moet er een afwegingskader komen voor de reservering van nieuwe ruimte in de ondergrond voor de verschillende energieopslagtechnieken, waarbij een goed evenwicht wordt gemaakt tussen de nationale belangen van energieopslag en de regionale en individuele belangen.

### **Tot slot**

Met deze brief heb ik getracht uw Kamer een beeld te geven van de verwachte ontwikkelingen op het gebied van ondergrondse energieopslag en welke acties nodig zijn om de potentie van de ondergrond te gebruiken ten behoeve van de energietransitie. Ik heb per opslagtechniek een appreciatie gegeven van de hoofdinzichten en aanbevelingen van de studie van TNO en EBN. Als overkoepelend advies geven ze aan om uiterlijk in 2030 te zorgen voor een beter gedefinieerde blauwdruk van het energiesysteem in 2050 waarin concrete keuzes worden gemaakt omtrent de inzet en planning van de ondergrondse opslag. De ontwikkeling van ondergrondse opslag heeft een lange aanlooptijd. Het tijdig starten met het vooronderzoek en opvolgende aanleg van locaties is daarom essentieel. Daarbij zal rekening moeten worden gehouden met de uiteindelijke afname van aardgasopslag richting 2030 en de toename van vraag naar andere vormen van energieopslag om een balans te vinden in de transitie waarbij de leveringszekerheid en veiligheid altijd zal moeten worden gewaarborgd. Daarom zal ik in het kader van het Programma Energie Systeem (PES) dit onderwerp meenemen om de benodigde keuzes zorgvuldig te kunnen maken. Uw Kamer wordt binnenkort nader geïnformeerd over de inhoud van PES.

Ik heb ook aangegeven dat ik het voorbereidende werk zal opstarten om tot het beleidskader te kunnen komen. Dit houdt in het uitzetten van de in deze brief aangekondigde onderzoeken en het opstellen van de contouren van het beleidskader voor ondergrondse energieopslag. Dit vergt nog verdere uitwerking, die de komende tijd zal plaatsvinden en waarover ik uw Kamer zal informeren. Het is aan een volgend kabinet om een beleidskader uit te werken en hier verder uitvoering aan te geven in het kader van Programma Energie Hoofdinfrastructuur en Programma Energie Systeem. De opgaven voor de ontwikkeling van

**Directoraat-generaal Klimaat  
en Energie**  
Directie Warmte en Ondergrond

ondergrondse energieopslag kunnen alleen worden aangepakt als we dit  
gezamenlijk doen.

Hoogachtend,

**Ons kenmerk**  
DGKE-WO / 21248960

D. Yeşilgöz-Zegerius  
Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat – Klimaat en Energie