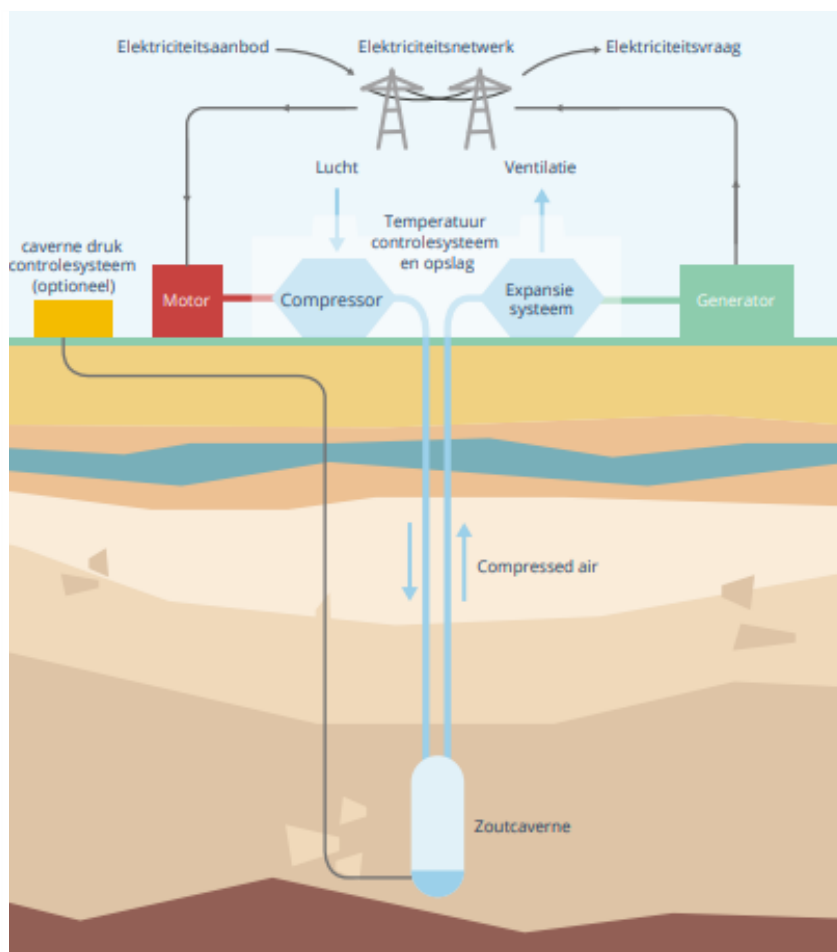


Factsheet | Opslag: CAES

Opslag

- Achter-de-meterbatterijen
- CAES
- Systeembatterijen
- Waterstofopslag in gasvelden
- Ijzerpoeder



Bron: [NP RES & CE Delft, 2022](#).

Algemeen: wat is het?

Bij Compressed Air Energy Storage (CAES, in het Nederlands ‘persluchtopslag’) wordt lucht met een elektrisch aangedreven compressor gecompriëerd en gekoeld en onder hoge druk in grote ondergrondse ruimtes gepompt. Hiervoor kunnen zoutcavernes en lege gasvelden worden gebruikt. Bij vraag naar elektriciteit kan deze worden opgewekt door de lucht uit het reservoir te laten lopen en op te warmen, waardoor deze uitzet. Vervolgens wordt de lucht door een turbine geleid, die een generator aandrijft, waarmee elektriciteit geproduceerd wordt.

Kenmerken

- **Vermogen:** 100-300 MW.
- **Capaciteit per installatie:** 400-4.000 MWh.
- **Tijdsduur ontladen op vol vermogen:** 6-12 uur.
- **Toepasbaarheid op schaalniveau:** hoogspanningsnet.
- **Technische realisatie** voor 2030: zeker te realiseren.
- **Investeringskosten:** € 150 per kWh.
- **Efficiëntie:**
 - D-CAES: 60%;
 - AA-CAES: 70%.

Toepassing

Middellangetermijnopslag: CAES kan op middellange termijn (uren tot een week) worden toegepast. CAES concurreert in die zin met flowbatterijen. Ze kunnen beiden een strategisch belang hebben bij periodes van langdurige lage hernieuwbare opwek.

Hoogspanningsnet: CAES zal vanwege de grootte en functie van de installatie worden aangesloten op het hoogspanningsnet.

- **Realisatietijd:**
 - 2-5 jaar bij bestaande caverne;
 - > 5 jaar als nieuwe caverne nodig is.
 - **Ruimtelijke impact:** 11 m² per MWh.
 - **Veiligheidsaspecten:** kans op verzakking van de bodem en seismische activiteiten.
- (NP RES & CE Delft, 2022)

Specifieke punten

Er zijn twee kansrijke technologieën, namelijk Diabatic-CAES (D-CAES) en Advanced Adiabatic-CAES (AA-CAES). D-CAES is technologisch verder ontwikkeld dan AA-CAES. Het verschil tussen D-CAES en AA-CAES ligt in de manier waarop warmte wordt beheerd tijdens het comprimeren en opslaan van lucht. De efficiëntie van D-CAES is 60% en van AA-CAES 70% (NP RES & CE Delft, 2022).

Huidige stand van zaken Groningen

In Groningen zijn er plannen voor een D-CAES-installatie in een zoutcaverne (320 MW/3-4 GWh), waarbij de lucht wordt verwarmd door verbranding van groene waterstof (Corre Energy). Het project bevindt zich momenteel in een exploratiestadium. De verwachting is dat dit project eind 2026 is afgerond (SolarMagazine, 2023).

Betaalbaarheid

Investeringskosten: dit zijn de kosten (in euro's) die nodig zijn om 1 kWh aan opslagcapaciteit te realiseren. Operationele kosten worden niet meegenomen.

Investeringskosten: € 150 per kWh.
(NP RES & CE Delft, 2022)

Betrouwbaarheid

Bewezen technologie, echter nog weinig toegepast:

Er zijn verschillende CAES-systemen over de hele wereld en de technologie is bewezen. Echter zijn dit een beperkt aantal projecten en van beperkte omvang. Bekende voorbeelden zijn een installatie in Huntorf, Duitsland (sinds 1978 in gebruik) en McIntosh, VS (sinds 1991 in gebruik). Met het juiste onderhoud kunnen deze installaties zeer lang in gebruik blijven, blijkt uit de (weliswaar beperkte) praktijkervaring (EASE, 2016).

Geen afhankelijkheid van kritische grondstoffen:

CAES vereist veelgebruikte grondstoffen, zoals staal en beton (TNO, 2020). Deze materialen zijn over het algemeen minder schaars en goedkoper dan de zeldzame en dure metalen die nodig zijn voor batterijopslag, zoals lithium, kobalt, en nikkel. Staal, beton, aluminium en koper zijn overvloedig aanwezig en zijn dus geen kritische materialen.

Bodemrisico's: er is weinig bekend over bodemrisico's door CAES (TNO, 2020). Het is dus niet duidelijk wat het risico is op verzakking van de bodem en seismische activiteiten. Meer onderzoek en praktijkervaring is hiervoor van belang.

Toekomstbestendigheid

Strategische energieopslag: in een energiesysteem met het overgrote deel hernieuwbare opwek uit zon en wind, loop je het risico tijdens periodes van zowel weinig zon als weinig wind, te weinig opwek te kunnen realiseren. CAES kan als opslagcapaciteit bijdragen aan leveringszekerheid tijdens deze lage opwekperiodes, genaamd Dunkelflaute. Diverse energieopslagbronnen dragen bij aan een robuuste strategische opslagcapaciteit.

Beschikbaarheid

Mogelijke locaties: grootschalige CAES kan worden toegepast bij zoutcavernes. Hierdoor is de potentie van mogelijke locaties beperkt. Mogelijk zouden ook lege gasvelden kunnen worden benut voor CAES, echter is daar minder ervaring mee en het potentieel dus onzekerder.

Concurreert met waterstof voor opslagreservoirs:

CAES concurreert met waterstofopslag wat betreft ruimtegebruik in zoutcavernes en lege gasvelden.

Concurreert met flowbatterijen: CAES concurreert qua (middellangetermijn)toepassing met flowbatterijen en waterstofcentrales. Kosten, beschikbaarheid, betrouwbaarheid en andere kenmerken bepalen welke technologie de het meest geschikt is.

Ruimtelijke effecten

Ondergrondse opslag: de bovengrondse ruimtelijke impact van CAES is relatief laag, aangezien het ondergrondse opslag betreft. De ruimtelijke impact bovengronds is 11 m² per MWh aan opslagcapaciteit.

Overig

N.v.t.

Colofon

Delft, CE Delft, februari 2025

Deze publicatie is geschreven door:

Charley Bakker

Frans Rooijers

Joeri Vendrik

Marieke Nauta

Publicatienummer: 25.240321.003-13

Opdrachtgever: Provincie Groningen

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.