

Overzicht van opslag-technieken voor energie

In het onderzoek 'Energieopslaglabel - Een methode voor het vergelijken van het volledige spectrum van opslagsystemen' van promovendus aan de Hanzehogeschool Groningen, drs. ing. Frank Pierie, is een aantal verschillende technologieën geselecteerd. Het onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van Netbeheer Nederland. Op deze pagina's een korte beschrijving en enkele belangrijke kenmerken van de geanalyseerde technologieën. Ook is een overzicht geplaatst van alle systemen met een beoordeling.

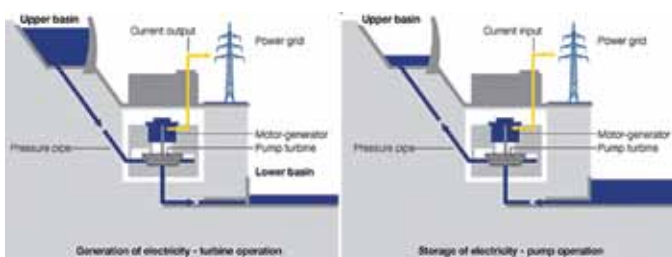
Tekst ing. Frank de Groot

Vliegwiel - Mechanische Opslag

Een vliegwiel is een roterende massa die met het elektriciteitsnet is verbonden via een motor/generator. Door versnellen en vertragen wordt energie opgeslagen en teruggewonnen. Vliegwielen zijn te gebruiken voor frequentieregulatie en opvangen van kleine fluctuaties in energielevering. Vliegwielen zijn dankzij hun snelle responstijd (nagenoeg ogenblikkelijk) en hoge betrouwbaarheid ideaal voor het beheren van netstabiliteit. Het gebruiksnut is echter beperkt door hoge zelfontlaadsnelheid (3-40%/h) en hoge initiële kosten.

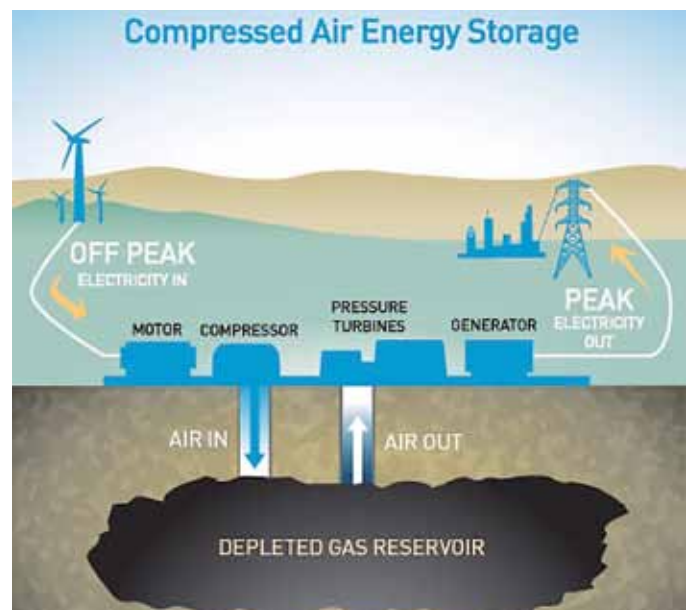
Pompcentrale - Mechanische Opslag

In een pompcentrale wordt energie gewonnen of opgeslagen door middel van hoogteverschil tussen twee waterbassins. Met een overschot aan energie kan water van het lager gelegen reservoir worden opgepompt naar het hoger gelegen reservoir. Bij energievraag wordt water vrijgelaten van het bovenste bassin, dat een turbine in beweging zet waardoor elektriciteit wordt gegenereerd. Een pompcentrale is een uiterst efficiënte en voordelige vorm van energieopslag met een lange levensduur en een lage slijtage. De pompcentrale is wel gebonden aan geografische voorwaarden.



Energieopslag door gecomprimeerde lucht (CAES) - Mechanische Opslag

Lucht wordt gecomprimeerd en opgeslagen in ondergrondse cavernes met behulp van overtollige energie. Deze gecomprimeerde lucht wordt later door toevoegen van warmte geëxpandeerd door een conventi-



onele gasturbine om elektriciteit op te wekken. CAES heeft een hoge opslagcapaciteit (115 tot 360 MWh), hoge vermogensproductie (50 MW), snelle responstijd (5 tot 15 minuten) en kan voorzien in vele energiediensten. Tijdens compressie, het laden van de caveerne, komt veel warmte vrij. Hier treedt heel veel verlies op. Voordeel is echter dat er geen compressiestap meer nodig is voor de gasturbine, omdat de lucht al onder druk staat in de caveerne. Hierdoor kan de gasturbine een derde meer vermogen leveren. Dit maakt het systeem uitermate geschikt voor piekvragen.

Batterijen - Elektrochemische opslag

Er zijn diverse typen batterijen voor energieopslag. In het onderzoek worden loodzuurbatterijen, lithiumbatterijen en Vanadium Redox Flow Batterijen genoemd. Loodzuurbatterijen kunnen dienst doen als ononderbroken noodstroomvoorziening (UPS) en black start-capaciteiten, maar ook als off-grid- en micro-gridondersteuning, uurlijkse regulering, vraagverschuiving en piekreductie en transport.

Lithiumbatterijen hebben vele bruikbare toepassingen, waaronder black start-capaciteiten, off-grid- en micro-grid-ondersteuning, uurlijkse regulering, vraagverschuiving en piekreductie en transport. Vergeleken met andere batterijen hebben lithiumbatterijen een hoge energiedichtheid, een lage zelfontlaadsnelheid en een hoge cyclusefficiëntie. De Vanadium Redox Flow Batterij is eenvoudig aan te passen aan specifieke energie- en vermogensvereisten, zodat deze geschikt is voor uurlijkse regulering, black start-capaciteiten, off-grid- and micro-grid-ondersteuning, het reguleren van vraagschommelingen en piekreductie. Deze technologie is in ontwikkeling en daarom nu nog kostbaar en vraagt veel ruimte.

Supercondensatoren - Elektrische Opslag

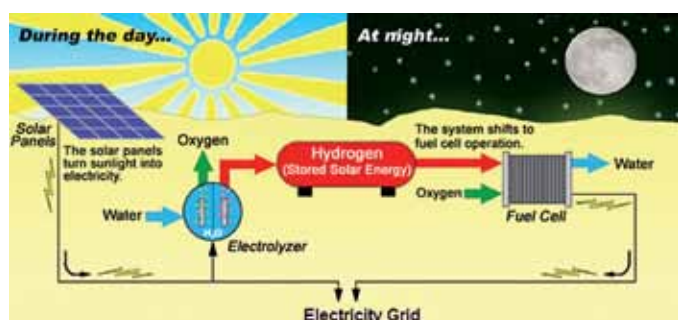
Door elektriciteit op te slaan in grote elektrostatische velden tussen twee geleidende platen, kunnen supercondensatoren elektriciteit snel opslaan en vrijlaten om zo korte, krachtige vermogenspulsen te leveren. Supercondensatoren kunnen onafgebroken worden opgeladen en ontladen zonder dat er veel degradatie optreedt en kan vrijwel ogenblikkelijk opladen en ontladen. Dit maakt ze uiterst geschikt voor frequentiecontrole van netwerken en transport. Deze technologie is nog in ontwikkeling.

Supergeleidende magnetische energieopslag (SMES) - Magnetische opslag

Bij SMES wordt elektrische stroom opgeslagen in een supergeleidende spoel. Deze technologie is geschikt voor frequentieregulatie in het elektriciteitsnet en het leveren van ononderbroken stroomtoevoer op korte termijn. SMES zijn buitengewoon efficiënt, hebben een korte reactietijd en zijn bovendien schaalbaar. Het energieverlies is laag, al is er sprake van enig parasitair verlies als gevolg van koelen van de spoel. Bovendien zijn er mogelijk risicovolle effecten van het sterke magnetische veld op het menselijk lichaam. Deze technologie is nog in ontwikkeling en de kosten zijn relatief hoog.

Waterstofgasopslag

Waterstofgas is relatief eenvoudig op te slaan in en te onttrekken aan geschikte buffers, zoals zoutcavernes of gasnetwerken. Huidige gasnetwerken kunnen tot 20% inhoud van waterstof (proef Ameland) herber-



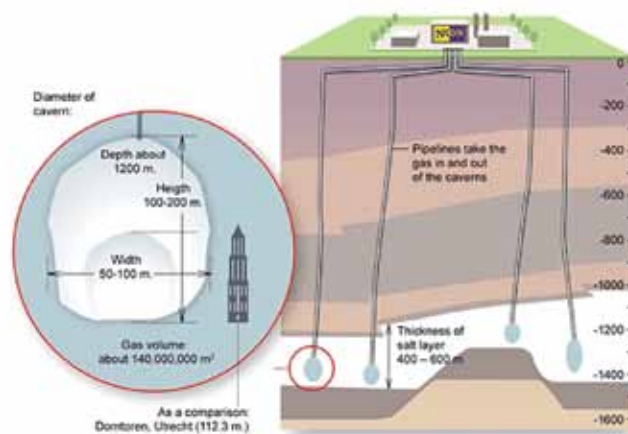
gen, vergelijkbaar met 1,8 TWh in Duitsland, zonder enige invloed op het prestatievermogen. Brandstofcellen zijn met waterstof te voeden om een combinatie van warmte en elektriciteit te leveren (oftewel een WKK). Daarnaast kan waterstof verbrand worden voor thermische energie of transport (als brandstof). Met deze energie, in samenwerking met een WKK, kan frequentiecontrole voor netwerken worden geleverd, regulering per uur, dag en per seizoen, ontlasting van transmissie en distributie, energieregulering en transport. Dit opslagsysteem heeft een relatief hoge cyclusefficiëntie (70-80%) wanneer waterstof wordt verbrand voor thermische energie, maar bij omzetting in elektriciteit neemt de efficiëntie behoorlijk af (tot 40-45%).

Methaangasopslag

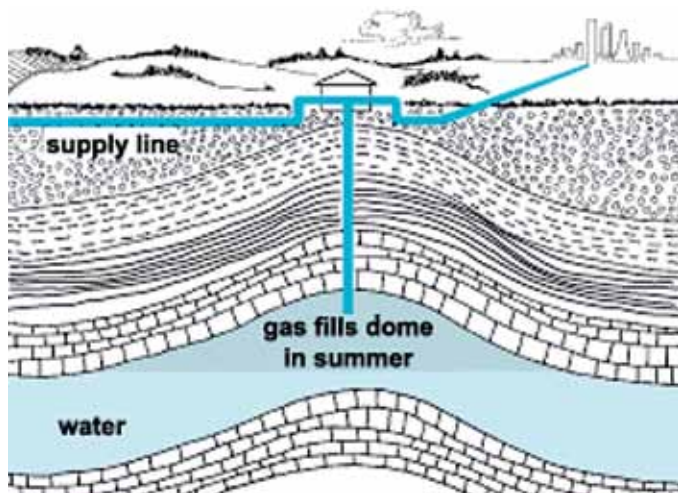
Zoutcavernes kunnen dienst doen als (methaan)gasopslagfaciliteit die in de regel minder werkvolume hebben dan grotere aquifers en lege gas- en olievelden. Zoutcavernes worden vooral gebruikt voor handelsdoeleinden, piekaanbod en uurlijks en dagelijks reguleren. Cavernes hebben bovendien een injectie nodig van kussengas. Dit opslagsysteem is een bewezen technologie en is zeer veilig en betrouwbaar. Aquifers en lege gas-/olievelden worden normaal gesproken gebruikt voor gasopslag per seizoen of als een strategische opslag om lage hoeveelheden aardgasproductie op te vangen. Deze technologie heeft zich door de jaren heen bewezen en is betrouwbaar en geschikt voor het opslaan van enkele TWh aan aardgas (tot 45 TWh in Nederland). Deze grote opslagcentrales hebben een injectie nodig van kussengas (d.w.z. het gas dat wordt toegevoegd om de druk te kunnen behouden) van 50-80%, waardoor initiële kosten sterk afhankelijk zijn van de prijs van aardgas.

Opslag van vloeibaar aardgas (LNG)

LNG-opslag is het opslaan van aardgas onder hoge druk en bij lage temperatuur teneinde het om te zetten in vloeibare vorm. LNG-opslag wordt



Zoutcavernes (Methaangasopslag)

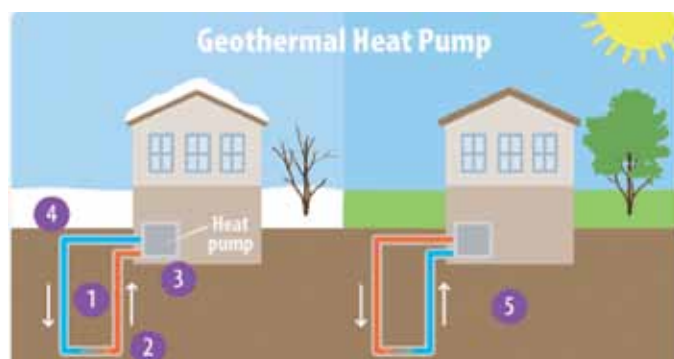


Aquifers.

ingezet bij een vraag naar een hoge leverbaarheid met een klein werkvolume. Dit maakt LNG uitermate geschikt voor dagelijkse en uurlijkse regulering. LNG is bovendien eenvoudig te transporteren bij ontbreken van een pijplijnnetwerk, dankzij een hoge energiedichtheid. Het heeft potentie om gebruikt te worden in de transportsector. LNG-opslag is beduidend duurder en minder efficiënt dan andere gasopslagtechnologieën en wordt daarom alleen ingezet bij zeldzaam strenge winters.

Thermische opslag in warm water

Thermische energie wordt opgeslagen door water te verwarmen in een geïsoleerde opslagtank. Warmwateropslag is bijvoorbeeld geschikt voor terugdringen van de piekvraag naar thermische energie, zowel van alledag als per seizoen. In Frankrijk is de vraag naar thermische energie op piekmomenten teruggebracht met 5% door het implementeren van warmwateropslag in huishoudens, waarmee de productie van warmte wordt verplaatst naar dalmomenten. Warmwateropslag is een eenvoudige, voordelige en volwassen technologie die zeer betrouwbaar is. Een andere methode is Ondergrondse Thermische Opslag (UTS), waarbij opgewarmd water onder de grond wordt gepompt waar het wordt opgeslagen in poreus gesteente of in een aquifer. Vergelijkbaar met warmwateropslag kan ondergrondse thermische opslag gebruikt worden voor het dagelijks of per seizoen reguleren van de warmte en kan het gebruikmaken van afvalwarmte. Ondergrondse opslag is een zeer betrouwbare, eenvoudige, volwassen technologie en behoeft minder infrastructuur en directe oppervlaktebenutting dan warmwateropslag. Toch kan het aanzienlijk duurder uitpakken en is het afhankelijk van de juiste geologische omstandigheden.



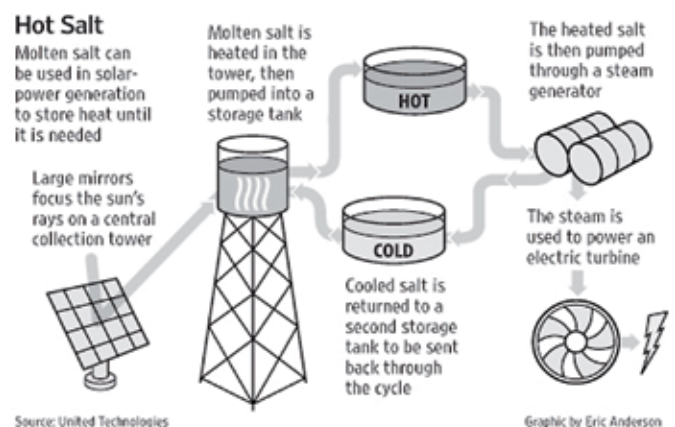
Ondergrondse Thermische Opslag.

Latente warmte (Faseovergangsmaterialen) - Thermische opslag

Grote hoeveelheden thermische energie zijn op te slaan tijdens een faseverandering (bijvoorbeeld de verandering van water naar ijs). De thermische energie die nodig is voor faseverandering heet latente warmte. Deze is geschikt voor thermische regulering (zowel per dag als seizoen), opvangen van vraagschommelingen en piekreductie en benutten van thermische reststromen. Latente warmteopslag heeft een veel hogere energiedichtheid dan andere vormen van thermische opslag. Deze systemen zijn nog steeds in ontwikkeling, waardoor deze duurder zijn dan alternatieve vormen van thermische opslag.

Gesmolten zouten (Thermische warmte) - Thermische opslag

Thermische energiestromen zijn op effectieve wijze op te slaan in vloeibare zouten. Vergeleken met andere opslagmaterialen zijn gesmolten zouten erg stabiel bij hoge temperaturen en onder druk, onbrandbaar en niet giftig. Zo wordt thermische energie afkomstig van een zonne-energiecentrale doorgaans opgeslagen door verwarmen van gesmolten zouten om 24 uur per dag energie te kunnen produceren. Dit is haalbaar dankzij de hoge warmtecapaciteit van gesmolten zouten, waardoor men gedurende de nacht ook energie kan produceren. Gebruik van gesmolten zouten is een relatief nieuwe technologie, dus het is kostbaar en er is weinig kennis over betrouwbaarheid en levensduur.



Solarwatt en Tesla komen met thuisaccu's

Tesla lanceerde op 1 mei 2015 in Californië zijn batterij voor thuisopslag en stroom. Aan het eind van de zomer worden de eerste batterijen geleverd in de Verenigde Staten. Solarwatt volgde op 7 mei 2015 en sinds juni 2015 is hun thuisaccu leverbaar in Nederland en Duitsland. Op dit moment zijn de MyReserve (Solarwatt) en Powerwall (Tesla) batterij voor Nederlandse particulieren financieel nog niet interessant. De investering in zo'n batterij-thuisaccu verdient je als particuliere bezitter van zonnepanelen bij de huidige prijzen niet terug, zolang je de te veel opgewekte stroom ook onder gunstige voorwaarden (saldering) kunt terugleveren aan het elektriciteitsnet. Pas als dat wordt aangepast of verdwijnt, wordt het rendabeler om zelf een accu te hebben.

Solarwatt werkt al jaren samen met BMW i, de elektrische tak van de autofabrikant, in het geheim aan een nieuwe accu voor thuis: de MyReserve. Niet zo gek: Solarwatt is voor 90 procent in handen van Stefan Quandt, die tevens 17,4 procent van de aandelen BMW bezit.

Met de nieuwe-generatie accu sla je zelf opgewekte energie thuis op, zodat je deze weer kunt gebruiken wanneer je het nodig hebt. Samen met de nieuwe Energy Manager van Solarwatt kan de stroomverzorging in het complete huishouden eenvoudig worden geoptimaliseerd. De kilowattprijs van dit product komt al dicht in de buurt van die op de huidige energiemarkt. Anders dan bij vergelijkbare accu's beschikt de MyReserve over een DC-technologie, waardoor de accu geschikt is voor alle PV-omvormers. Met een rendement van 93 procent is de accu zeer efficiënt en dankzij zijn compacte installatiesysteem erg gebruikersvriendelijk. Het basissysteem beschikt over een capaciteit van 4,4 kWh, en bestaat uit vier delen: een wandkast met elektronica, twee accumodules van elk 2,2 kWh, en een



MyReserve van Solarwatt.

zwarte afdekkap. Desgewenst kan het systeem worden uitgebreid met extra accumodules die in de kast kunnen worden geschoven. Het systeem kan worden uitgebreid tot een totale capaciteit van maximaal 11 kWh. De basisversie van 4,4 kWh is verkrijgbaar vanaf € 5.499. Het product is recent bekroond met de 'ees AWARD 2015'.

Tesla Powerwall



Powerwall van Tesla.

De tegenhanger is de Powerwall van Tesla. Het bedrijf levert twee typen: één met een vermogen van 7 kWh en één van 10 kWh. Daarmee kunnen de meeste huishoudens volgens het bedrijf goed uit de voeten. Grote stroomverbruikers kunnen meerdere batterijen installeren en koppelen. De prijzen van de twee varianten Powerwalls zijn respectievelijk € 2.600 en € 3.100, zonder installatie en omvormer. De toegepaste lithium-ion technologie is geïnspireerd op die van de batterijen in de elektrische auto's van Tesla.

Door de batterijen te koppelen aan het stroomnet kunnen particulieren volgens Musk en consorten optimaal gebruikmaken van de momenten dat de stroomprijs laag is. Maar een toepassing die meer voor de hand ligt is koppeling aan de eigen zonnecellen of windmolen. Zo kan de stroom die overdag wordt opgewekt 's avonds worden gebruikt zonder ingewikkelde salderingsconstructies met terugleververgoedingen waar energiebedrijven en overheden steeds meer vanaf willen. De batterij is door Tesla ondergebracht in een bescheiden behuizing van 130 bij 86 bij 18 centimeter. Hij heeft daardoor nog het meest weg van een platte cv-ketel. Hij kan niet alleen binnen, maar ook buiten tegen de muur worden gemonteerd.

De fabrikant biedt tien jaar garantie. Voor bedrijfsmatige toepassing lanceert Tesla grotere exemplaren onder de naam Powerpack. Die hebben vermogens vanaf 100 kWh en stellen bedrijven in staat zelf een grote piekvraag op te vangen of zorgen voor de benodigde back up-capaciteit als de netstroom uitvalt.

Solarwatt, www.solarwatt.net
Tesla Energy, www.teslamotors.com