

# ENERGIEOPWEKKING Methodes ENERGIEOPSLAG



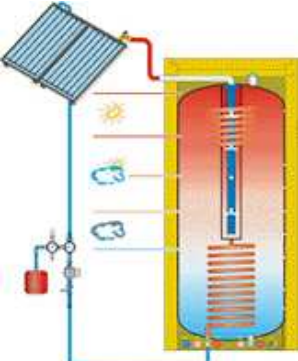
# Inhoudsopgave

## Energieopwekkingmethoden

Zonnecollectoren	3
Zonnepanelen	6
Tegelkachel	8
Passieve zonne-energie / Serre	10
Generator op biodiesel	12
Windenergie	14
De Eightwind	17
(van het Duitse ingenieursbureau Energy-age Wind)	17
Turby	19
Lage temperatuur verwarming (LTV)	23

## Energieopslagmethoden

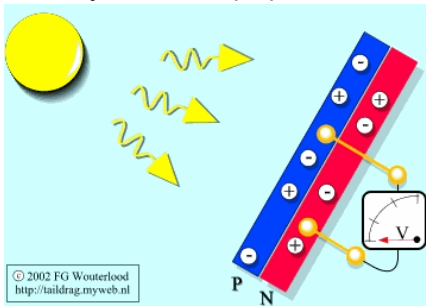
Warmte en koudeopslag/afgifte i.c.m een warmtepomp	26
Elektrochemische opslag	29
Accu's en batterijen	29
Waterstof	29
Flow batterijen	30
Perslucht (CAES)	30
Vliegwiel	30
Hydraulische energieopslag	30
Waterkracht	30
Supercondensator	30
Super geleidende magnetische spoelen (SMES)	31
Keuze criteria	31

Naam:	<b>Zonnecollectoren</b>
Doel:	Verwarming van de woningen / warm water leveren
Methode van opwekking:	<p>Een vlakke zonnecollector bestaat uit een behuizing waarin zich de absorber bevindt. Dit is een koperen plaat die met een speciale stof is bekleed om de zonnewarmte te kunnen absorberen. Op deze plaat zijn fijne koperen buizen gelast waardoor water stroomt dat gemengd is met 40% antivries zodat het in de winter niet kan bevriezen.</p> <p>Wanneer de zon op de zonnecollectoren schijnt dan geven zij bijna 80% van hun energie aan de absorber af en de temperatuur in de collector stijgt vrijwel ogenblikkelijk.</p> <p>De verschiltemperatuur-regelaar meet permanent de temperatuur van het water in de zonnecollector en van het koude water onderaan in de boiler. Als het water in de zonnecollectoren warmer is dan dit onderin de boiler begint de pomp te draaien en stuurt het warme water uit de zonnecollectoren naar de onderste warmtewisselaar van de boiler.</p>  <p>Tijdens de periodes dat de zon onvoldoende vermogen heeft om de boiler volledig op temperatuur te brengen wordt de naverwarming ingeschakeld (optioneel!). Een gas- of stookolieketel wordt deze op de bovenste warmtewisselaar aangesloten. Ook een elektrische weerstand of een warmtepomp kan als naverwarming worden gebruikt.</p>
Opbrengst afhankelijk van:	Hoeveelheid zonlicht (seizoenen)
Ideale gebruiksomstandigheden:	De opbrengst is afhankelijk van het oppervlakte van de collector, de warme buitentemperaturen en een felle zon. Als de hellingshoek tussen de twintig en zestig graden ligt en de collector op het zuiden is gericht, is de opbrengst optimaal
Geschatte opbrengst (of besparing) in kW/u:	Ongeveer 500 tot 750 kWh per vierkante meter aan opbrengst per jaar
Geschatte kosten installatie:	Afhankelijk van de grootte van de installatie. Voor de Hobbitstee komt de grootste installatie in aanmerking: 13,5 m <sup>2</sup> , ca. 11.000 exclusief montagekosten
Geschatte kosten per kW/u (Joules) (exclusief aanschaf):	€0,1033 per kWh van het net als het apparaat stroom nodig heeft
Wat te doen aan onderhoud:	Weinig: voert zelf condens af, stevig glas waar op gelopen kan worden, buitenkant glas moet af en toe schoon worden gemaakt.
Onderhoudskosten per jaar:	Ca. €200,-/jr (standaard)
Levensduur:	Standaard 10 jaar garantie, verwachte levensduur 25-30 jaar.
Tips:	Het gunstige moment voor een douche of bad is 's avonds na een heldere dag. Dan is het meeste warme water door de zon verwarmd en heeft u weinig tot geen energiekosten voor naverwarming. Een zonneboilercombi levert de meeste besparing met een Lage temperatuur verwarmingsysteem. Dit systeem werkt al met water van 45 graden. Een goede vuistregel volgens een Belgische leverancier van

	<p>zonneboilersystemen is dat bij een verbruik van 40 liter warm water aan 50°C per dag er per persoon ongeveer tussen 1.1 en 1.5 m<sup>2</sup> collectoroppervlak moet worden voorzien. Voor de boiler geldt dat het volume groot genoeg moet zijn om de hoeveelheid water voor 2 dagen te kunnen opslaan. Zo kunnen stralingsarme dagen probleemloos worden overbrugd.</p>
Legionellabacteriën	<p>De zonneboiler warmt het water op tot wel 90°C. Bij onvoldoende zonlicht zorgt het verwarmingstoestel voor naverwarming. Daardoor heeft het warme tapwater altijd een temperatuur van minstens 60°C. Hiermee is het gevaar van legionellabacteriën in het warme water minimaal en vergelijkbaar met andere warm-tapwaterapparatuur. Aan te raden is wel dat de boiler correct is geïnstalleerd en afgesteld door een erkende (zonneboiler-)installateur. Deze installateurs werken volgens richtlijnen van de VEWIN, de Vereniging van Waterbedrijven in Nederland.</p>
Vergunningen	<p>In sommige gevallen kunnen zonnecollectoren vergunningvrij worden aangebracht. In andere gevallen is een lichte of reguliere bouwvergunning nodig. Of er een vergunning aangevraagd moet worden hangt onder meer af van de plaats waar de collector wordt geplaatst, en de manier waarop hij op het dak komt te staan. Zie <a href="http://www.vrom.nl/bouwvergunningen_online">http://www.vrom.nl/bouwvergunningen_online</a> om vast te stellen wanneer wel en wanneer geen vergunning nodig is.</p>
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen corrosie in de collector door agressieve buitenlucht</li> <li>- Geen uitwisseling van binnen- en buitenlucht, daardoor geen warmteverlies door convectie</li> <li>- Geen condensvorming, de hoogselectieve absorptielaag blijft daardoor intact</li> <li>- Het geheel van reflector, absorptiestrook en warmtewisselaar is in de collectorbak zwevend gemonteerd. Problemen ten gevolge van krimp en uitzetting zijn daardoor uitgesloten</li> <li>- Warmte is transporteerbaar (dus naar andere gebouwen)</li> </ul>

Nadelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruimte nodig om ze te plaatsen</li> <li>- Prijzig</li> <li>- Glas moet schoongehouden worden voor optimale werking</li> </ul>
Verbruikt zelf elektriciteit:	De pomp verbruikt elektriciteit bij te weinig zonlicht
Meest beperkende omstandigheden:	Ontbreken van daglicht, Bij vlakke, zwakke lichtinval – Nog bruikbare temperaturen: 50% indirect, 50% direct
Mate van milieubelasting:	n.v.t.
Vergunning nodig:	Ja, omdat de zonnecollectoren niet op de daken van de woningen geplaatst kunnen worden en dus apart moeten worden opgesteld (naar het zuiden gericht).
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Ja, vooral in combinatie met de tegelkachel. Er zit een heel verhaal achter (zowel technisch als praktisch)
Storingsgevoelig:	Nee, komt zelden voor.
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Uitbesteden wanneer er zich problemen voordoen (zit bij de onderhoudskosten in). Onderhoud (schoonmaken etc.) kan zelf.
Gebruiksvriendelijk / ook door 'leken' te bedienen:	Ja, na uitleg.
Voelbaarheid:	Indirect
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.

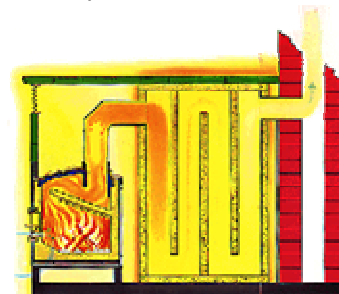
Bronnen:	<a href="http://www.solarfocus.de">www.solarfocus.de</a> , <a href="http://www.steengoed-energie.nl">www.steengoed-energie.nl</a> , <a href="http://www.supersystems.be">http://www.supersystems.be</a> , <a href="http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Zonneboiler-MC">http://www.milieucentraal.nl/pagina?onderwerp=Zonneboiler-MC</a> , <a href="http://www.supersystems.be/Hoe_ZP_werken.htm">http://www.supersystems.be/Hoe_ZP_werken.htm</a> , <a href="http://www.zelfvoorzienendleven.com/zonneboiler.html">http://www.zelfvoorzienendleven.com/zonneboiler.html</a> , <a href="http://www.vrom.nl/bouwvergunningen_online">http://www.vrom.nl/bouwvergunningen_online</a>
Contact:	Steengoed Energie Winsum

Naam:	<b>Zonnepanelen</b>
Doel:	Opwekken van elektriciteit
Methode van opwekking:	<p>Zonlicht treft het zonnestroompaneel. Het licht is op te vatten als een voortdurende stroom van pakketjes energie (een stroom fotonen). Een zonnecel is een sandwich van twee lagen kristallijn halfgeleidend materiaal: een P-laag en een N-laag, met daartussenin een dunne grenslaag. Fotonen uit het zonlicht maken in de P laag elektronen los. Deze elektronen hopen zich op in de N-laag. De grenslaag laat alleen elektronen door van de P-laag naar de N-laag (diode-werking). Omdat elektronen negatief zijn geladen, krijgt de P-laag onder invloed van zonlicht een positieve lading (tekort aan elektronen) en de N-laag een negatieve lading (overschot aan elektronen). Zonlicht veroorzaakt dus een elektrisch spanningsverschil tussen de P-laag en de N-laag. Dit spanningsverschil kan bij volle zon oplopen tot ongeveer 0,3 V. Een zonnestroompaneel is opgebouwd uit een aantal zonnecellen die in serie zijn geschakeld. Een zonnepaneel met 36 cellen levert dus ongeveer 12V en een paneel met 72 cellen levert 24V. Let op dat het hier altijd om gelijkstroom gaat.</p>  <p>© 2002 FG Wouterlood http://taidrag.myweb.nl</p>
Opbrengst afhankelijk van:	Hoeveelheid zonlicht (seizoenen)
Ideale gebruiksomstandigheden:	Aanwezigheid van veel zon / mooi weer, loodrechte instraling (hoek 36 graden op zuiden gericht)
Geschatte opbrengst (of besparing) in kW/u:	1 paneel van 100 Wp levert ongeveer 80 kWh per jaar. Uitgaande van het huidige verbruik van de leefgemeenschap zijn er 125 zonnepanelen nodig.
Geschatte kosten installatie:	Afhankelijk van het type zo gemiddeld een €3500,- per 6 panelen. Voor 125 panelen komt dit neer op €72916,- exclusief montagekosten. Autonoom, dus met accu's, zal het 2 keer duurder zijn.
Geschatte kosten per kW/u (Joules) (exclusief aanschaf):	n.v.t.
Wat te doen aan onderhoud:	Weinig, van tijd tot tijd schoonvegen (bladeren e.d.)
Onderhoudskosten per jaar:	Servicekosten afhankelijk van aanbieder (tussen €180,- tot €300,- p/jr.)
Levensduur:	Minstens 20 jaar
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen veranderingen in stroomprijs</li> <li>- Zonnepanelen vermijden een heleboel uitstoot van broeikasgassen</li> <li>- Stroom wordt op dezelfde plek opgewekt waar ze ook wordt verbruikt, namelijk op/in het eigen huis. Dat scheelt hoogspanningsleidingen en verliezen</li> <li>- Zonnestroompanelen maken stroom uit zonlicht, ook als het bewolkt is en ook in de winter → Als het maar licht is</li> </ul>
Nadelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Defect product (na garantieperiode) en onderhoudskosten zijn voor de koper</li> <li>- Omvormer nodig (zit over het algemeen bij de prijs inbegrepen) om gelijkspanning om te zetten in wisselspanning</li> </ul>

Verbruikt zelf elektriciteit:	n.v.t. wekt namelijk op
Meest beperkende omstandigheden:	Bij bewolking laag rendement
Mate van milieubelasting:	n.v.t. na productie geen
Vergunning nodig:	Ja, omdat de zonnepanelen niet op de daken van de woningen geplaatst kunnen worden en dus apart moeten worden opgesteld (naar het zuiden gericht).
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Vernieuwend niet, maar de werking er van is zeer interessant om uit te leggen.
Storingsgevoelig:	Nee, komt zelden voor.
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Uitbesteden wanneer er zich problemen voordoen. Onderhoud (schoonmaken etc.) kan zelf.
Gebruiksvriendelijk / ook door 'leken' te bedienen:	Ja, na uitleg.
Voelbaarheid:	Indirect
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.

Bronnen:	<a href="http://www.wikipedia.nl">www.wikipedia.nl</a> , <a href="http://www.zonnepanelen.wouterlood.com">www.zonnepanelen.wouterlood.com</a> ,
Contact:	-


Naam:	<b>Tegelkachel</b>
Doel:	Verwarming van de woningen / warm water leveren / koken
Methode van opwekking:	<p>Tegelkachels bestaan geheel of gedeeltelijk uit tegels. Dit soort kachels houdt de warmte zeer lang vast waardoor verbrandingstemperaturen van boven de 1000 °C ontstaan. Bij gewone houtkachels is dit hooguit 850 °C. De hoge temperatuur zorgt voor een lagere uitstoot van schadelijke stoffen.</p> <p>Een tegelkachel weegt tussen de 500 en 4.000 kg en wordt op locatie gebouwd. Dit kan betekenen dat ze alleen op de begane grond geplaatst kunnen worden.</p> <p>Verwarming: verbranden van houtpallets (eventuele automatische aanvoer optioneel, extra kosten) of houtblokken. Warmte wordt opgeslagen in de stenen.</p> <p>Warm water: In combinatie met zonnecollectoren. De energie van de zon wordt opgevangen door de zonnecollectoren die op het dak gemonteerd zijn. De (tegel)kachel die voorzien is van een warmtewisselaar kan een huis milieuvriendelijk en met geringe kosten verwarmen én van warm water voorzien.</p> <p>Van mei tot half september verzorgen de zonnecollectoren de benodigde energie. Deze warmte wordt in een boiler verzameld en is voor de centrale verwarming of het warme water beschikbaar. In de wintermaanden of bij slecht weer zorgt de met pellets of ander hout gestookte kachel voor de nodige energie.</p> <p>Koken: Er kan zelfs voor worden gekozen om met een tegelkachel te koken. Er kan een oven worden ingebouwd en/of een kookplaat die gebruik maakt van de opgewekte warmte.</p>
Opbrengst afhankelijk van:	Aantal keren stoken op een dag, aanwezigheid hout(pallets)
Ideale gebruiksomstandigheden:	Centraal in huis plaatsen, ruimte
Geschatte opbrengst:	2 kilo gestookte pallets staat gelijk aan 1 kuub gas.
Geschatte kosten installatie:	Afhankelijk van de grootte en type (dus ook in combinatie met zonneboiler en oven/kookplaat: €8.000,- tot €17.000,-, exclusief montagekosten.
Geschatte kosten na aanschaf:	Pellets kosten ca. 18 (normaal) -20 (a-kwaliteit) cent per kilo
Wat te doen aan onderhoud:	Schoorsteen vegen, as verwijderen, als er met houtblokken gestookt wordt moeten deze er in worden gelegd en niet in worden gegoid
Onderhoudskosten per jaar:	Niet nodig wanneer de tegelkachel schoon wordt gehouden
Levensduur:	Standaard 10 jaar garantie, verwachte levensduur 25-30 jaar



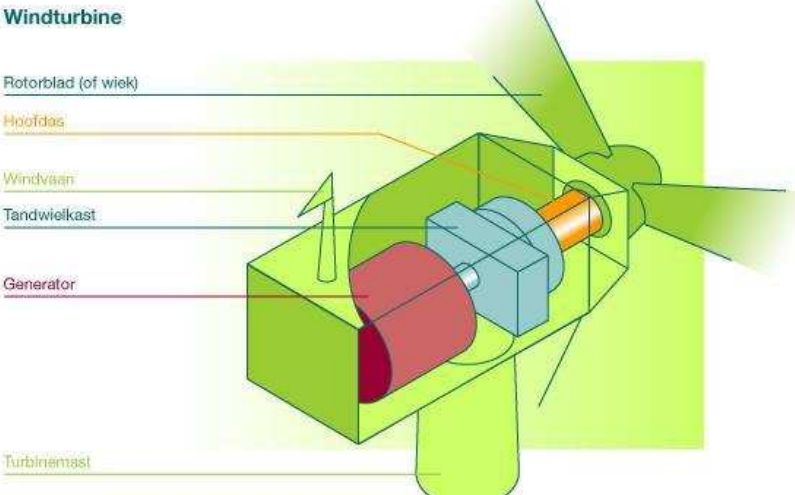
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Door de hoge verbrandingstemperatuur vindt een snelle, schone verbranding plaats</li> <li>- Tegelkachels zijn zeer zuinig in het verbruik van brandstof</li> <li>- Bij het stoken van hout wordt gebruik gemaakt van een hernieuwbare, oneindige energiebron. Een tegelkachel wordt vervaardigd uit natuurlijke grondstoffen (voornamelijk leem en chamotte)</li> <li>- Een tegelkachel gaat zeer lang mee</li> <li>- Een tegelkachel geeft stralingswarmte waardoor er in huis minder microstof in beweging gebracht wordt dan bij convectiewarmte (zoals bij centrale verwarming)</li> <li>- Stralingswarmte geeft minder droge lucht dan convectiewarmte</li> <li>- Een tegelkachel houdt haar warmte lang vast zodat de temperatuur in de ruimte vrij constant blijft</li> <li>- Omdat de buitenkant handwarm wordt is een tegelkachel ongevaarlijk voor kinderen en heerlijk om tegenaan te zitten</li> <li>- Er is weinig temperatuurverschil tussen vloer en plafond</li> <li>- Verwarmt grote oppervlakken (kan door stralingswarmte het hele huis verwarmen)</li> <li>- Rook is wit en reukloos</li> </ul>
Nadelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prijzig</li> <li>- Zelf stoken (zonder automatische toevoer), twee keer per dag</li> <li>- Neemt veel ruimte in beslag</li> <li>- Zwaar, dus een stevige ondergrond is vereist</li> <li>- Schoorsteen moet optimaal geïsoleerd zijn</li> </ul>
Verbruikt zelf elektriciteit:	Alleen bij een automatische toevoer van houtpallets
Meest beperkende omstandigheden:	Slechte isolatie
Mate van milieubelasting:	Bijna geen, van de verbrande houtpallets blijft slechts 1% as over
Vergunning nodig:	Nee
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Ja, vooral in combinatie met de zonneboiler en het kookverhaal
Storingsgevoelig:	Nee
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Zelf te onderhouden
Gebruiksvriendelijk / ook door 'leken' te bedienen:	Ja, na uitleg.
Voelbaarheid:	De warmte die men zelf stookt is goed te merken en het valt ook te zien en voelen.
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.
Bronnen:	<a href="http://www.steengoed-energie.nl">www.steengoed-energie.nl</a> , <a href="http://www.tegelkachel.nl">www.tegelkachel.nl</a> , <a href="http://www.milieucentraal.nl">www.milieucentraal.nl</a>
Contact:	n.v.t.

Naam:	<b>Passieve zonne-energie / Serre</b> 
Doel:	Verwarming
Methode van opwekking:	Binnenvallend zonlicht wordt omgezet in warmte wat tijdelijk vastgehouden wordt door de serre
Opbrengst afhankelijk van:	Hoeveelheid binnenvallende zonnestralen
Ideale gebruiksomstandigheden:	Aanwezigheid van veel zon / mooi weer, ramen op het zuiden gericht met een afwijking van 20° richting oost of west, het gebruik van een serre in combinatie met een warmte-bufferende muur geeft besparingsmogelijkheden, enkel glas i.p.v. dubbel glas, dak met een helling van minstens 15°, met stenen vloer wordt meer warmtemassa opgeslagen
Geschatte opbrengst (of besparing)	Besparing van ongeveer 90 tot 180 kubieke meter gas per jaar, afhankelijk van de grootte en het aantal verdiepingen van de woning
Geschatte kosten installatie:	Tussen de € 750,- per vierkante meter voor een eenvoudige doe-het-zelfserre tot het viervoudige daarvan voor een complete, goed geïsoleerde woonserre die door de vakman gebouwd wordt
Geschatte kosten per kW/u (Joules) (exclusief aanschaf):	n.v.t.
Wat te doen aan onderhoud:	Glas schoonhouden
Onderhoudskosten per jaar:	n.v.t.
Levensduur:	Afhankelijk van te gebruiken materialen
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiebesparing</li> <li>- Biedt extra bescherming aan de gevel en dan met name aan onderhoudsgevoelige houten kozijnen en ander schilderwerk</li> <li>- 's Winters kunnen er planten overwinteren</li> </ul>
Nadelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In zomermaanden kan het te warm worden</li> <li>- Dak wordt makkelijk vies</li> </ul>

Verbruikt zelf elektriciteit:	Nee
Meest beperkende omstandigheden:	Objecten die zonlicht tegenhouden, zoals bijvoorbeeld bomen
Mate van milieubelasting:	Weinig, maar in productieoogpunt is een prefab-serre minder milieubelastend
Vergunning nodig:	Ja
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Nee
Storingsgevoelig:	Nee
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Zelf
Gebruiksvriendelijk / ook door 'leken' te bedienen:	n.v.t.
Voelbaarheid:	Ja
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.
Bronnen:	<a href="http://www.milieucentraal.nl">www.milieucentraal.nl</a> , <a href="http://www.wikipedia.nl">www.wikipedia.nl</a> , <a href="http://www.ecoline.org">www.ecoline.org</a>
Contact:	n.v.t.


Naam:	<b>Generator op biodiesel</b>
Doel:	Opwekken van elektriciteit en eventueel warmte terug winnen voor warm water
Methode van opwekking:	Door middel van een diesel motor wordt een generator aangedreven. De generator wekt stroom op doormiddel van inductiespanning. Het vermogen wordt vaak uitgedrukt in KVA of kilovolt ampère 
Opbrengst afhankelijk van:	Zo lang er genoeg Bio diesel op voorraad is kan elektriciteit geleverd worden
Ideale gebruiksomstandigheden:	Vanwege het feit dat water opgewarmd kan worden door de afvalwarmte van de generator, kan het rendement van het apparaat verhoogd worden als tijdens de werking van de generator warm water nodig is
Geschatte opbrengst in kWh:	9,2 kWh / liter
Geschatte kosten installatie:	<€10.000
Geschatte kosten per kWh (exclusief aanschaf):	Kosten biodiesel / plantaardige olie gemiddeld: € 0,50 Per kWh is er ongeveer 0,11 liter biodiesel nodig  Prijs per kWh = €0,055  Voor een gemiddeld huishouden met een verbruik van 3500 kWh per jaar kost het dus slechts €190. Het verbruik is dan jaarlijks ongeveer 385 liter
Wat te doen aan onderhoud:	Het onderhoud zal voornamelijk bestaan uit het vervangen van versleten onderdelen zoals filters, distributieriemen, lagers etc
Onderhoudskosten per jaar:	€100 (ruime schatting, het zal afhankelijk van het gebruik zijn)
Levensduur:	20 jaar
Voordelen:	-Lage aanschaf kosten -Lage kosten per kWh -CO <sub>2</sub> neutraal -Hoge leveringszekerheid, zolang er brandstof op voorraad is kan er elektriciteit worden geleverd -Zeer geschikt om de energie voorziening volledig van het elektriciteitsnet te ontkoppelen
Nadelen:	-Produceert geluid (demping is mogelijk) -Produceert een soort baklucht, vanwege de plantaardige olie -Geen ingebouwde back up, bij storing wordt geen stroom geproduceerd
Verbruikt zelf elektriciteit:	Geen

Meest beperkende omstandigheden:	Als geluidshinder niet gewenst is
Mate van milieubelasting:	CO <sub>2</sub> neutraal NO <sub>x</sub> productie is zeer laag en aanzienlijk minder dan gewone diesel
Vergunning nodig:	Ja
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Het gebruik van plantaardige olie is wel vernieuwend te noemen. De werking van de generator zelf is hetzelfde als een gewone diesel generator
Storingsgevoelig:	Onbekend
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Met enige technische kennis goed zelf te onderhouden. Uitbesteden zou noodzakelijk kunnen zijn als gespecialiseerd gereedschap vereist is
Gebruiksvriendelijk / ook door 'leken' te bedienen:	Zeer eenvoudig te bedienen
Voelbaarheid:	Het is een metalen frame met een motor en een generator
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.
Bronnen:	<a href="http://www.survivalunlimited.com/biodiesel/biodieselgenerator.htm">http://www.survivalunlimited.com/biodiesel/biodieselgenerator.htm</a> <a href="http://nl.wikipedia.org/wiki/Biodiesel">http://nl.wikipedia.org/wiki/Biodiesel</a> <a href="http://www.vamil.nl/pagina.html?id=20934">http://www.vamil.nl/pagina.html?id=20934</a> <a href="http://www.mvo.nl/biobrandstoffen/index-actueel.html">http://www.mvo.nl/biobrandstoffen/index-actueel.html</a>


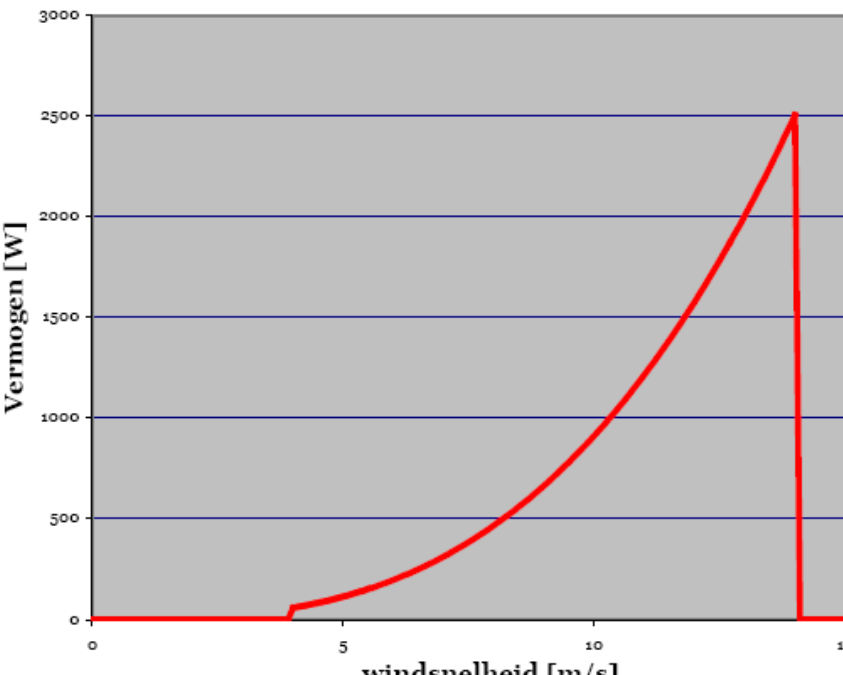
Naam:	<b>Windenergie</b>
Omschrijving werkwijze:	<p>Bovenin een moderne windmolen zit een generator, die wordt aangedreven door de bewegende rotorbladen (of wieken). Wanneer het niet waait, draaien de rotorbladen ook niet en wordt er ook geen stroom opgewekt.</p> <p>Op de turbine zitten sensoren die de kracht en de richting van de wind meten, zodat de turbine zich daar op kan richten.</p> <p><b>Windturbine</b></p> 
Prijs:	<p>Zeer afhankelijk van het type windwolen. Een windmolen met een vermogen van 1000kW kost ongeveer 1,1 miljoen euro.</p> <p>Een windmolen met een jaaropbrengst van 33.000kWh bij een windsnelheid van 6,5m/s kost zo'n 37.700 euro (type: windmolen Aircon 10). De Enflo 0060 brengt gemiddeld per jaar zo'n 700kW op bij een windsnelheid van 6,5m/s. Het maximale vermogen van deze windmolen is 0,5kWh, bij een windsnelheid van 12 m/s. Afhankelijk van de configuratie kost deze molen tussen de 2200 en 4500 euro. De windmolen zelf kost 1.499 euro, de net omvormer 599 euro en de mast van 8 meter 1.196 euro. De kosten voor de acculader, dakbevestiging en wandbevestiging zijn op opvraag.</p>
Aantal kW/u:	<p>De gemiddelde jaaropbrengst is zeer afhankelijk van het type windwolen. Een standaard windmolen met 2 of 3 bladen, met een diameter van 40 m en een mashoogte van 50 m, kan bij een optimale windsnelheid (windkracht 6) 500 - 750 kW leveren. Een zeer grote windmolen met een rotordiameter van 60 m en een mashoogte van 70 m kan een vermogen hebben van 1 tot 1,5 MW (<b>MegaWatt</b>).</p> <p>In Nederland worden in de westelijke en noordelijke kustgebieden vermogens gerealiseerd van 800 -1200 kWh/jaar per m<sup>2</sup> rotoroppervlak. Meer landinwaarts is de opbrengst lager: 500 - 800 kWh/jaar per m<sup>2</sup>. Het gemiddelde vermogen zal naar verwachting door technische ontwikkelingen nauwelijks nog toenemen.</p>
Kosten per kW (Joules) na aanschaf / na hoeveel uur apparaat terugverdient:	<p>Ook dit is weer zeer afhankelijk van het type windwolen. Om een indicatie te geven, wordt uitgegaan van de gegevens over de "kleine windmolens" hierboven. Hierbij worden de onderhoudskosten niet meegerekend. De Aircon 10: 37.700 euro / 20 jaar = 1.885 euro / 33.000kWh = 0,57 cent per kWh.</p> <p>De Enflo 0060: 4500 / 20 jaar = : 225 euro / 700 kW = 32 cent per kWh.</p>

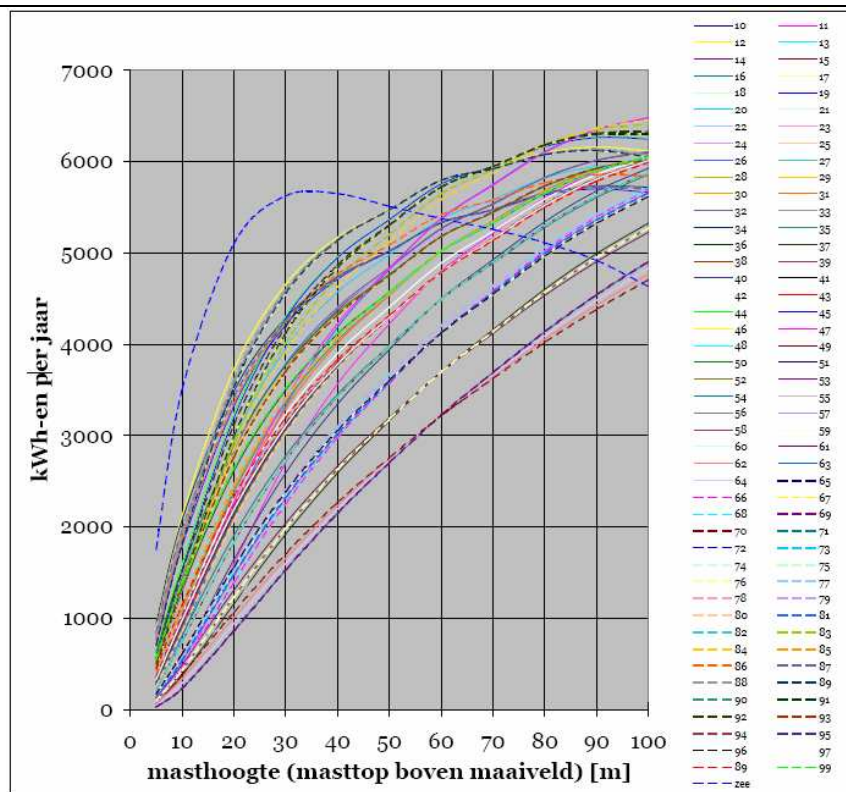
Levensduur:	Zo'n 20 jaar.
Ideale gebruiksomstandigheden:	<p>De opbrengst van een windmolen hangt af van een aantal factoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ de windsnelheid: het afgegeven vermogen is evenredig met de derde macht van de windsnelheid.</li> <li>▪ de plaats waar de turbine staat: aan de kust en vooral boven open zee waait het meestal harder dan diep landinwaarts;</li> <li>▪ het deel van de tijd waarin de turbine kan draaien: een windmolen gaat draaien vanaf windkracht 2-3 en wordt stilgezet boven windkracht 10 (afhankelijk van het type) om overbelasting te voorkomen.</li> <li>▪ het rotoroppervlak: hoe groter de bladen, hoe hoger de opbrengst.</li> <li>▪ de hoogte van de turbine: op grotere hoogte waait het doorgaans harder, maar landinwaarts is de windsnelheid overdag onder ongeveer 90 meter gemiddeld hoger dan daarboven.</li> <li>▪ de tijd van de dag: boven land waait het overdag tot een hoogte van ongeveer 90 meter gemiddeld harder dan 's nachts;</li> <li>▪ het seizoen: in de winter waait het gemiddeld harder dan in de zomer.</li> </ul>
Meest beperkende omstandigheden	Er moet een vergunning worden aangevraagd om een windmolen te mogen bouwen.
Mate van milieubelasting	
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Niet vernieuwend, maar wel interessant voor gasten omdat het niet heel moeilijk is om zelf een windmolen te maken.
Storingsgevoelig:	Ja, de hoeveelheid elektriciteit die wordt opgewekt is afhankelijk van de hoeveelheid wind. Wanneer er onvoldoende wind is, wordt er geen energie opgewekt.
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Waarschijnlijk zeer afhankelijk van het type molen. Bij een grote molen wordt aangeraden om twee keer per jaar te controleren en onderhoud te verrichten.
Gebruiksvriendelijk ook door leken te bedienen:	
Voelbaarheid:	
Benodigde vergunningen:	Minimaal twee: een milieuvergunning en een bouwvergunning. De criteria voor het afgeven van vergunningen verschillen per gemeente. Soms is ook nog een ontheffing of vergunning van een andere (semi-)overheid nodig. Zo moet een waterschap toestemming geven voor plaatsing van een windturbine bij dijken en vaarten. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit gaat over de natuur- en beheergebieden. Andere voorbeelden van plekken waar een ontheffing verplicht kan zijn: vliegvelden, spoorlijnen en gebieden met gas- en pijpleidingen. Bij windparken groter dan 15 megawatt of meer dan tien turbines, bepaalt de overheid of een milieu-effectrapportage (MER) noodzakelijk is. In zo'n MER worden de voor- en nadelen van verschillende locaties en opstellingsvormen van een windpark afgewogen tegen mogelijke alternatieven.
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Raakt niet op</li> <li>▪ Schone stroom. Levert geen vervuiling of afval op.</li> </ul>
Nadelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niet continu beschikbaar</li> <li>▪ Niet elk landschap leent zich voor grootschalige windturbines of windparken.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Windparken kunnen de leefgebieden en vliegroutes van vogels verstoren.</li> <li>▪ Bij de plaatsing van een windturbine moet rekening worden gehouden met mogelijke hinder door geluid en schaduw. De windturbine moet op voldoende afstand (vuistregel is 4 x de masthoogte) van huizen staan om geluidsoverlast te voorkomen.</li> <li>▪ Daarnaast laat de windmolen een (bewegende) schaduw ontstaan. Deze zogeheten slagschaduw kan bij een lage winterzon hinder veroorzaken, als de turbine te dicht bij een woonhuis staat. In dergelijke gevallen wordt in de vergunning een automatische stilstandvoorziening voorgeschreven waarmee die slagschaduw wordt voorkomen.</li> </ul>
EPR (Energy Profit Realized is de verhouding tussen de opgeleverde hoeveelheid energie en de hoeveelheid die erin gestoken moet worden)	Uiteraard weer afhankelijk van het type windturbine. De 600 kW Deense windturbine komt uit op een energierugverdiendtijd van 4 maanden, en een EPR van 60x.
Bron:	<a href="http://www.duurzame-energie.nl">http://www.duurzame-energie.nl</a> <a href="http://www.vrom.nl/pagina.html?id=6985">http://www.vrom.nl/pagina.html?id=6985</a> <a href="http://nl.wikipedia.org/wiki/Windkracht">http://nl.wikipedia.org/wiki/Windkracht</a>

Naam:	<b>De Eightwind</b> <b>(van het Duitse ingenieurbureau Energy-age Wind)</b>
Omschrijving werkwijze:	<p>De Eightwind bestaat uit een paal met daarop een kast met een sleuf aan de voor- en achterzijde. Binnenin zit een rotor, een verticale as met daaraan drie bladen. Als de wind via de sleuven door de kast waait, drijft de rotor de turbine aan en wekt zo elektriciteit op. Voorwaarde hierbij is wel dat de kast recht op de wind is gericht. Een windvaan bovenop de turbine meet de windrichting, zodat een servomotor de kast indien nodig kan bijstellen. Doorgaans levert zo'n turbine minder energie dan de gangbare windmolens. Door de vorm waait wind echter zodanig om de kast heen dat aan de achterzijde onderdruk ontstaat. Hierdoor stroomt de wind 2,5 tot drie keer sneller door de kast heen en wekt de Eightwind relatief veel energie op.</p> 
Prijs:	25.000 euro voor de Eightwind van 5kW.
De energieopwekking	<p>De turbine wekt al bij een lage windkracht ofwel een windsnelheid van 1,5m/s. bij een snelheid van 8m/s (windkracht vier of vijf) is het vermogen maximaal. Als het harder waait, blijft de turbine wel draaien maar neemt de opgewekte energie niet verder toe. De ontwerpers hebben inmiddels een prototype van de Eightwinder gebouwd met een maximaal vermogen van 0,5 KW. Eind september hebben ze de eerste windturbine van dit type geplaatst die 5kW levert. Ze zijn ook al bezig met het ontwikkelen van een versie met een vermogen van 1kW. Al deze turbines zijn identiek op hun grootte na. Volgens de ontwerpers zal de versie van 1 kW het meest geschikt zijn om bij woningen te plaatsen. De verwachting is dat deze jaarlijks 4000 kWh elektriciteit kan opwekken. Dat is in principe voldoende voor een gemiddeld huishouden. Het probleem is alleen dat de turbine niet altijd elektriciteit levert wanneer dat nodig is. De ontwerpers bieden daarom naast de windturbine ook een accu aan, die maximaal 60kWh energie kan opslaan. Als de accu vol is, dan gebruikt het systeem de overige elektriciteit om water warm te maken.</p>
Aantal kW/u:	De turbine van 1kW kan jaarlijks 4000kWh elektriciteit opwekken. De prijs van deze turbine is zeer waarschijnlijk lager dan 25.000 euro. Hoeveel het aantal kWh per jaar is bij de turbine van 5kW is niet bekend.
Formaat:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hoogte 3,5 meter</li> <li>  breedte 2,30 meter</li> <li>  lengte 3 meter</li> <li>- hoogte paal 5 meter</li> </ul>

Geluidsproductie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In het tijdschrift "De Ingenieur" staat 42 dB (10 m afstand).</li> <li>- Op de website van de ontwerper staat dat het apparaat geen geluid maakt en stil werkt.</li> </ul>
Kosten per kW (Joules) na aanschaf / na hoeveel uur apparaat terugverdient:	Hiervoor zijn onvoldoende gegevens beschikbaar. Hoeveel de Eigthwind van 5kW per jaar oplevert, is namelijk niet bekend. De verwachting is dat de turbine van 1kW jaarlijks 4000 kWh elektriciteit kan opwekken. Hoeveel deze kost is niet bekend. Aangezien deze minder vermogen heeft dan die van 5 kW zal deze turbine waarschijnlijk goedkoper zijn dan 25.000 euro. Wanneer er toch uitgegaan wordt van 25.000 euro en een jaarlijkse opwekking van 4000 kWh, komt de prijs per kWh uit op: $25.000 / 20 \text{ jaar} = 1.250 \text{ euro}$ / 4000 kWh = 31,25 cent. De werkelijke prijs zal zeer waarschijnlijk een stuk lager liggen.
Levensduur:	20 jaar
Ideale gebruiksomstandigheden:	Omgeving waar het hard waait. Op zee, met de turbine op een hoge mast, met lange rotorbladen.
Meest beperkende omstandigheden	Er moet een vergunning worden aangevraagd om een windmolen te mogen bouwen.
Mate van milieubelasting	Geen
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Niet vernieuwend, maar wel interessant voor gasten omdat het niet heel moeilijk is om zelf een windmolen te maken.
Storingsgevoelig:	Nihil
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Uitbesteden
Gebruiksvriendelijk ook door leken te bedienen:	Ja
Voelbaarheid:	Indirect
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Raakt niet op.</li> <li>- Schone stroom. Levert geen vervuiling of afval op.</li> <li>- Werkt al bij windsnelheden van 1,5m/s.</li> <li>- Ook bij harde wind blijft de turbine draaien.</li> <li>- Bevat een accu die maximaal 60 kWh energie kan opslaan.</li> <li>- Als de accu vol is, dan gebruikt het systeem de overige elektriciteit om water warm te maken.</li> <li>- Geen zichtbare rotors.</li> </ul>
Nadelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wind niet continu beschikbaar, waardoor het niet altijd energie levert wanneer het nodig is.</li> </ul>
Bron:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- technologietijdschrift De Ingenieur, 22 september 2006</li> <li>- <a href="http://www.eightwind.de">http://www.eightwind.de</a></li> </ul>

Naam:	<b>Turby</b>														
Omschrijving werkwijze:															
Prijs:	De turbine met convertor kost 11.500,-euro. Daar overheen komen nog kosten voor de mast, installatie e.d. waardoor men op den duur uit komt op Turbys van ongeveer 17.742,64 euro.														
Levensduur:	20 jaar														
Aantal kWh:	 <table border="1"> <caption>Power Curve Data</caption> <thead> <tr> <th>windsnelheid [m/s]</th> <th>Vermogen [W]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>~1000</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>2500</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	windsnelheid [m/s]	Vermogen [W]	0	0	4	0	5	~100	10	~1000	14	2500	15	0
windsnelheid [m/s]	Vermogen [W]														
0	0														
4	0														
5	~100														
10	~1000														
14	2500														
15	0														



Masthoogte (boven maaiveld, in meters)	5	10	20	30	40	50
Berekende jaaropbrengst in kW-uren	513	1361	2855	3914	4625	5121

Masthoogte (boven maaiveld, in meters)	60	70	80	90	100
Berekende jaaropbrengst in kW-uren	5583	5872	6171	6365	6452

De berekende opbrengsten uit de tabel hierboven zijn van toepassing op het postcodegebied 83xx. Ze volgen uit een rekenprogramma dat is opgesteld in samenwerking met de TU-Delft, dat zich baseert op gegevens van het KNMI inzake gemiddelde windsnelheden en terreinruwheden in het postcodegebied. Omdat het gaat om gemiddelde waarden voor tamelijk grote gebieden kan de werkelijke opbrengst aanzienlijk afwijken, zowel in positieve-, als in negatieve zin.

Turby wekt bij een windsnelheid van 14 m/s een vermogen op van 2,5 kW. Recente metingen duiden zelfs op een 10-20 % hoger vermogen. Turby levert op een geschikte locatie -zonder rekening te houden met de meeropbrengst van windstuwing- ruim 3.000 kWh per jaar, de hoeveelheid elektriciteit die een gemiddeld gezin gebruikt.

Kosten per kW (Joules) na aanschaf / na hoeveel uur apparaat

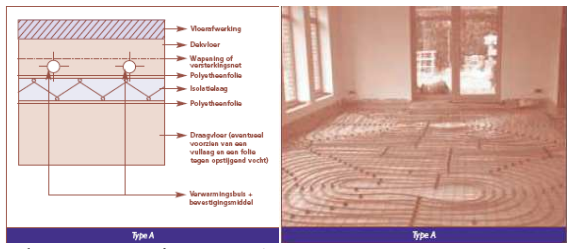
De kosten voor de installatie en de terugverdientijd is onder meer afhankelijk van de configuratie en de hoogte van de mast. Hieronder staan twee rekenvoorbeelden bij twee configuraties, waarbij voor de

terugverdient:	<p>jaaropbrengst is uitgegaan van de gegevens uit de tabel hierboven. Kanttekening is dat er niet vanaf de maaivoogte maar vanaf de onderkant van de mast is gerekend:</p> <p><i>Vrijstaand standaard uitvoeringen</i>  Turbine met convertor: 11.466  7,5m hoog, gegalvaniseerd: 1.222,87  9m hoog, gegalvaniseerd: 1.409,60  Funderingen: kruisraam profiel HEA 160 gegalvaniseerd (3x3m): 1.017,73  E-verbinding turbine-aansluiting op mast: 311,04  Standaard installatie: 1.725  Grove schattig overige kosten (bouwkundig advies, transport e.d.): 2.000  schatting kosten bij 7,5 meter hoge mast: 17.742,64 + 19% BTW = 21.113,72 euro  Totale kosten bij 9 meter hoge mast: 17.929,37+ 19% BTW = 21.335,95 euro</p> <p><i>Geveerd standaard uitvoering</i>  Turbine met convertor: 11.466  5m gegalvaniseerd: 2.690,23  6m gegalvaniseerd: 2.715,19  Funderingen: kruisraam profiel HEA 160 gegalvaniseerd (3x3m): 1.017,73  E-verbinding turbine-aansluiting op mast: 311,04  Standaard installatie: 1.725  Grove schattig overige kosten (bouwkundig advies, transport e.d.): 2.000  Totale kosten bij 5 meter hoge mast: 19.210 + 19% BTW = 22.859,90 euro  Totale kosten bij 6 meter hoge mast: 19.234,96 + 19% BTW = 22889,60 euro</p> <p>Vrijstaand standaard uitvoering, 7,5m hoge mast.  Prijs per kWh = 21.113,72 euro / (20 jaar x 1000kWh) = 106 cent</p> <p>Vrijstaand standaard uitvoering, 9m hoge mast.  Prijs per kWh = 21.335,95 euro / (20 jaar x 1200kWh) = 89 cent</p> <p>Geveerd standaard uitvoering, 5m hoge mast  Prijs per kWh = 22.859,90 euro / (20 jaar x 750kWh) = 152 cent</p> <p>Geveerd standaard uitvoering, 6m hoge mast  Prijs per kWh = 22889,60 euro / (20 jaar x 850kWh) = 135 cent</p> <p>Zoals al eerder gezet heeft de hoogte boven het maaiveld grote invloed op de energieopwekking. Om het rendement van de Turby en daarmee de terugverdientijd te versnellen, kan een soort van plateau gemaakt worden waarop de Turby wordt geplaatst. Op deze manier hoeft er geen dure mast aangeschaft te worden om een hoge rendement te behalen. Bij de vrijstaand standaard uitvoering met een mast van 7,5 meter waarbij de turbine 20 meter boven het maaiveld staat, is op deze manier een prijs per kWh te behalen van 21.113,72euro / (20 jaar x 2855) = 37 cent.</p>
Ideale gebruiksomstandigheden:	Hoog boven het maaiveld bij een harde wind.
Meest beperkende omstandigheden	Voorwerpen in de omgeving die de wind kunnen afremmen.
Mate van milieubelasting	Geen

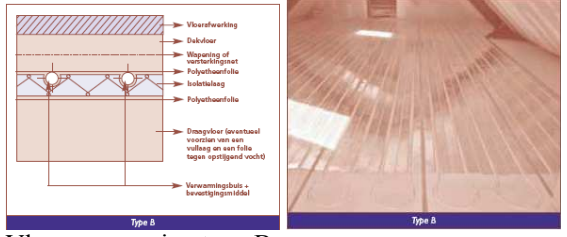
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Nee
Storingsgevoelig:	Nihil
Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Uitbesteden
Gebruiksvriendelijk ook door leken te bedienen:	Ja
Voelbaarheid:	Nee
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.
Voordelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Turby is een verticale as windturbine, die uitstekend weet om te gaan met de snel en sterk wisselende windrichtingen zoals die zich voordoen in de stedelijke omgeving.</li> <li>- Hiernaast heeft Turby de unieke eigenschap dat hij als enige windturbine ook een verticale component in de wind weet om te zetten in energie. Deze verticale component ontstaat als de wind een obstakel zoals bijvoorbeeld een gebouw passeert en door deze te benutten compenseert Turby de lagere gemiddelde windsnelheid in de gebouwde omgeving.</li> <li>- In de gebouwde omgeving en in het buitengebied is de onderhoudsvrijheid van Turby een niet te overschatten voordeel.</li> </ul>
Nadelen:	Hoge prijs per kWh
Bron:	<a href="http://www.turby.nl/">http://www.turby.nl/</a>

Naam: **Lage temperatuur verwarming (LTV)**

Methode: Voor centrale verwarmingssystemen wordt er vaak automatisch gekozen voor een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 70°C. Om in vertrekken een gewenste comforttemperatuur van rond 20°C te bereiken, is een ontwerptemperatuur die maar liefst 70°C hoger ligt, echter absoluut niet nodig. Bij lage temperatuur verwarming (LTV) zijn de aanvoertemperaturen maximaal 55°C en retourtemperaturen maximaal 45°C. Dit is meestal veel efficiënter. In de installatiepraktijk wordt ook wel onderscheid gemaakt in hoge temperatuur, midden temperatuur, lage temperatuur en zeer lage temperatuur verwarmingssystemen. De aanvoertemperaturen zijn dan respectievelijk maximaal 90, 70, 55 en 35°C. Hieronder staan een aantal methoden waarop de warmte afgegeven kan worden.



Vloerverwarming type A



Vloerverwarming type B



De muur wordt opgebevoerd uit holle bakstenen.

De buizen worden op de muur gemonteerd.

De buizen worden in afgekanten geplaatst.



Het buizennet wordt bij de productie gefabriceerd in grote breedteprofielen.

Plofverwarming bij vertoogde plofconstructie.

Prijs:	<p>De <i>meerkosten</i> voor een LTV systeem inclusief appendages en loonkosten, exclusief BTW bedragen momenteel per woning:</p> <p>vloerverwarming: € 450,- tot € 1590,-  wandverwarming: € 450,- tot € 1590,-  LT-radiatoren: € 225,- tot € 450,-  LT-convectoren: € 225,- tot € 450,-  LT-luchtverwarming: géén meerkosten</p> <p>(Wijzigingsdatum: 13-01-2005)</p>																
De besparing:	<p>De primaire energiebesparing bij de warmte-opwekking ten behoeve van LTV systemen is, in vergelijking met toepassing van een traditionele 90/70°C-verwarming, (zeer) aanzienlijk.  LT-afgifte leidt in de opwekkers tot de volgende energiebesparing.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type warmte-opwekking</th> <th>Extra primaire energiebesparing bij opwekking en transport door toepassing LT-afgifte i.p.v. 90/70°C-systeem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HR-ketel</td> <td>3 - 9%</td> </tr> <tr> <td>Zon-thermisch (individueel)</td> <td>3 - 15%</td> </tr> <tr> <td>Warmtepomp (individueel)</td> <td>niet te combineren met 90/70°C-systeem</td> </tr> <tr> <td>Warmtekracht-gasmotor (collectief)</td> <td>6 - 12%</td> </tr> <tr> <td>Warmtekracht-STEG (collectief)</td> <td>25 - 40%</td> </tr> <tr> <td>Zon-thermisch (collectief)</td> <td>50 - 60%</td> </tr> <tr> <td>Warmtepomp (collectief)</td> <td>niet te combineren met 90/70°C-systeem</td> </tr> </tbody> </table> <p>De energiebesparing ten gevolge van de LTV zelf is hier niet meegerekend. Deze wordt, afhankelijk van het gekozen systeem, geraamd op 2 à 10 procent.</p>	Type warmte-opwekking	Extra primaire energiebesparing bij opwekking en transport door toepassing LT-afgifte i.p.v. 90/70°C-systeem	HR-ketel	3 - 9%	Zon-thermisch (individueel)	3 - 15%	Warmtepomp (individueel)	niet te combineren met 90/70°C-systeem	Warmtekracht-gasmotor (collectief)	6 - 12%	Warmtekracht-STEG (collectief)	25 - 40%	Zon-thermisch (collectief)	50 - 60%	Warmtepomp (collectief)	niet te combineren met 90/70°C-systeem
Type warmte-opwekking	Extra primaire energiebesparing bij opwekking en transport door toepassing LT-afgifte i.p.v. 90/70°C-systeem																
HR-ketel	3 - 9%																
Zon-thermisch (individueel)	3 - 15%																
Warmtepomp (individueel)	niet te combineren met 90/70°C-systeem																
Warmtekracht-gasmotor (collectief)	6 - 12%																
Warmtekracht-STEG (collectief)	25 - 40%																
Zon-thermisch (collectief)	50 - 60%																
Warmtepomp (collectief)	niet te combineren met 90/70°C-systeem																
Kosten per kW (Joules) na aanschaf / na hoeveel uur apparaat terugverdient:	Onbekend																
Levensduur:	Onbekend																
Ideale gebruiksomstandigheden:	Goed geïsoleerde woningen.																
Meest beperkende omstandigheden	Slecht geïsoleerde woningen. De warmteafgifte is dan mogelijk onvoldoende om de woning goed te kunnen verwarmen.																
Mate van milieubelasting	Laag																
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	Ja																
Storingsgevoelig:	Nee																

Zelf te onderhouden of uitbesteden?	Geen onderhoud nodig
Gebruiksvriendelijk ook door leken te bedienen:	Ja
Voelbaarheid:	Ja
Voor meer info zie bijlage:	Bestand: lagere temperatuur verwarming.doc
Voordelen	<p>Met name ten aanzien van thermisch comfort en luchtkwaliteit presteert LTV in het algemeen beter dan traditionele systemen. LT-warmte-afgifte leidt tot een verbetering van de woonkwaliteit, onder meer als gevolg van een homogenere temperatuurverdeling, lagere (aangenamere) luchttemperaturen, minder mijten en minder tocht.</p> <p>Het toepassen van LTV leidt tot energiebesparing bij de afgifte. Deze besparing komt bovenop de energetische voordelen van LTV bij de opwekker en de verminderde leidingverliezen in het distributienet bij collectieve opties. Wanneer er vloer- en wandverwarming wordt toegepast, heeft dit weer als voordeel dat er geen beslag wordt gelegd op ruimte in de vertrekken. Waardoor je deze ruimte beter kan benutten. Een ander voordeel is dat het gevaar voor verbranding niet bestaat bij LTV, en dat je bij wand-, vloer en luchtverwarming ook geen risico hebt op blessures bij vallen of stoten.</p>
Nadelen:	Een nadeel zijn de hogere kosten. Bij vloer- en wandverwarming kan bovendien sprake zijn van een lagere opwarmsnelheid, hoewel dit bij goed geïsoleerde woningen, waar geen nachtverlaging wordt toegepast, geen factor van betekenis is.
Bron:	<a href="http://www.senternovem.nl">www.senternovem.nl</a> <a href="http://www.energiesparen.be/duurzame_energie/warmtepomp.php">http://www.energiesparen.be/duurzame_energie/warmtepomp.php</a>

## Inleiding

Er zijn vele systemen om op een alternatieve en schonere manier energie op te wekken. Een kanttekening bij de opwekking van energie op deze manier, is dat er niet de gehele dag energie wordt geproduceerd. Denk maar eens aan zonne-energie of windenergie. Deze vormen zijn afhankelijk van het weer. Daarom is het belangrijk te kijken naar manieren om de geproduceerde energie op een effectieve en efficiënte manier op te slaan en wanneer benodigd weer vrij te geven. Dit document behandelt deze energieopslag. Specifiek de warmteopslag, de mogelijkheden en beperkingen die dit met zich meebrengt.

<p>Naam:</p>	<p><b>Warmte en koudeopslag/afgifte i.c.m een warmtepomp</b></p>
<p>Doel:</p>	<p>Energie leveren voor verwarming van de woningen (eventueel is het systeem ook in te zetten om warm water te maken voor huishoudelijk gebruik) Dit is alleen mogelijk in combinatie met een LTV.</p>
<p>Methode van Opslag/afgifte:</p>	<p>Het idee achter warmteopslag is dat in de zomer warmte die niet nodig is in de bodem wordt opgeslagen voor gebruik in de winter en dat in de winter koude in de grond wordt opgeslagen die in de zomer weer onttrokken kan worden. In Nederland worden steeds meer systemen geplaatst die gebruik maken van dit principe. Hierbij wordt een tweetal putten geslagen tot 90 meter diepte. De ene put fungeert aanvoer en de andere als afvoer van de waterstromen. Dit noemt men een open systeem. Het gesloten systeem gaat uit van één put waarbij een warmtewisselaar wordt gebruikt. Dit is ideaal in gebieden die bescherming genieten. (waterwingebied, natuurgebied)</p> <p>In onderstaand figuur staat een schematische weergave hoe een dergelijk gesloten systeem kan functioneren:</p> <div data-bbox="542 1052 1340 1612" data-label="Diagram"> </div> <p>Het principe van de warmtepomp, bij gebruik maken van grondwarmte, is gebaseerd op hetzelfde principe als van een koelkast. Alleen wordt nu gebruik gemaakt van de warme en niet van de koude kant.</p> <p>Bij gebruik van grondwarmte wordt dit systeem gekoppeld aan een Lage Temperatuur Verwarming (LTV). Eventueel kan het systeem ook 'gedeeltelijk' (tot max. 55°C) gebruikswater verwarmen. Dit kan gebruikt worden om te douchen.</p>
<p>Opbrengst afhankelijk van:</p>	<p>Temperatuur van de bodem (11°C in de winter is een bruikbare temperatuur), de isolatiewaarde van de woningen en de gebruikte methode van ruimte verwarming.</p>

Ideale omstandigheden:	Goed geïsoleerde woningen (HR++ glas tocht en kierafdichting, balansventilatie of mechanische ventilatie) en een bodemtemperatuur van minimaal 11°C																
Geschatte opbrengst (of besparing) in kw/h:	<p><b>Opgenomen warmte 12.000 kWh uit de bodem</b>, opgenomen elektrische energie 3.000 kWh en afgegeven warmte 15.000 kWh.</p> <p><i>Kostprijs</i></p> <p><b>Totale jaarlijkse kosten van 3 CV-installaties</b></p> <table border="1"> <caption>Totale jaarlijkse kosten van 3 CV-installaties</caption> <thead> <tr> <th>CV-installatie</th> <th>Verbruikskosten</th> <th>Werkinakosten</th> <th>Investeringskosten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stookolie</td> <td>~900,00</td> <td>~300,00</td> <td>~1300,00</td> </tr> <tr> <td>Aardgas</td> <td>~900,00</td> <td>~300,00</td> <td>~1100,00</td> </tr> <tr> <td>Warmtepomp</td> <td>~600,00</td> <td>~200,00</td> <td>~1500,00</td> </tr> </tbody> </table> <p>Bron  <a href="http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/economie/energiesparen/doc/folder_warmtepomp.pdf">http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/economie/energiesparen/doc/folder_warmtepomp.pdf</a></p>	CV-installatie	Verbruikskosten	Werkinakosten	Investeringskosten	Stookolie	~900,00	~300,00	~1300,00	Aardgas	~900,00	~300,00	~1100,00	Warmtepomp	~600,00	~200,00	~1500,00
CV-installatie	Verbruikskosten	Werkinakosten	Investeringskosten														
Stookolie	~900,00	~300,00	~1300,00														
Aardgas	~900,00	~300,00	~1100,00														
Warmtepomp	~600,00	~200,00	~1500,00														
Geschatte kosten installatie:	<table border="0"> <tr> <td>Kosten warmtepomp</td> <td>5000,- tot 9000,- euro</td> </tr> <tr> <td>Kosten LTV</td> <td>(afhankelijk van leverancier) 450,- meerprijs op CV</td> </tr> <tr> <td>Kosten Boringen</td> <td>**** hangt af van locatie</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><hr/></td> </tr> <tr> <td>Totaal (raming)</td> <td>12.000,- tot 20.000,- euro</td> </tr> </table> <p>Bij ieder huis is een nieuwe berekening nodig om de uiteindelijke kosten vast te stellen.</p>	Kosten warmtepomp	5000,- tot 9000,- euro	Kosten LTV	(afhankelijk van leverancier) 450,- meerprijs op CV	Kosten Boringen	**** hangt af van locatie	<hr/>		Totaal (raming)	12.000,- tot 20.000,- euro						
Kosten warmtepomp	5000,- tot 9000,- euro																
Kosten LTV	(afhankelijk van leverancier) 450,- meerprijs op CV																
Kosten Boringen	**** hangt af van locatie																
<hr/>																	
Totaal (raming)	12.000,- tot 20.000,- euro																
Geschatte kosten per kW/h (Joules ) (exclusief aanschaf):	± 5 cent per kW/h bij gebruik warmtepomp ± cent per kW/h bij gebruik gas																
Wat te doen aan onderhoud:	De aardwarmte opslag/afgifte vraagt weinig onderhoud. Het meeste onderhoud gaat zitten in de warmtepomp. Er zijn systemen die 25 jaar draaien zonder dat ze onderhoud nodig hebben.																
Onderhoudskosten per jaar:	Nihil																
Levensduur:	Meer dan 40 jaar.																
Voordelen:	<p>Minder energieverbruik indien de huizen goed geïsoleerd zijn.  10 tot 50% minder CO2 uitstoot  Naast warmte kan er ook worden gekoeld. Dit levert nog meer voordeel op, omdat dan alleen elektriciteit wordt gebruikt voor het rondpompen en niet om te koelen.  Lage onderhoudskosten en energiekosten</p>																

Nadelen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoge investeringskosten, terugverdientijd kan zeer lang zijn: 20 tot 40 jaar.</li> <li>- langer opwarmtijd woning</li> <li>-</li> <li>- De temperatuur snel binnenshuis te verhogen is niet mogelijk met dit systeem. Het verwarmen gebeurt over langere tijd. Eventueel zou een ander systeem kunnen bijspringen.</li> </ul>
Verbruikt zelf elektriciteit:	De aardwarmte is aanwezig en verbruikt geen energie. De warmtepomp heeft wel energie nodig om te draaien. Deze wordt in de vorm van gas of elektra aangeleverd. De geschatte verbruikskosten liggen op 3900 kW/h dit is ¼ van de geleverde energie. Er wordt 75% energie onttrokken uit de bodem.
Meest beperkende omstandigheden:	De isolatie van de woningen en vergunning aanvraag bij provincie en gemeente.
Mate van milieubelasting:	De milieu belasting is minimaal. Geen vervuiling
Vergunning nodig:	Voor gebruik van grondwarmte wordt een gat geboord tot ± 90 m diepte. Hiervoor is een vergunning nodig. In een waterwinningsgebied mag niet zondermeer een aardwarmtesysteem worden aangelegd. De vergunning is aan te vragen bij de provincie Drenthe.
Vernieuwend? Interessant voor gasten?	De opslag op zichzelf niet, maar in combinatie met de warmtepomp wordt een unieke combinatie gemaakt. Deze combinatie is in vele huizen (rijtjeshuis) mogelijk indien ze geïsoleerd zijn.
Storingsgevoelig:	Nog niet veel over bekend bij particuliere warmtesystemen. Er zijn wel warmtesystemen die al 25 jaar probleemloos werken.
Zelf te onderhouden of uitbesteden?:	Weinig onderhoud. Indien onderhoud nodig is, zou men zich kunnen verdiepen in de benodigde theorie
Gebruiksvriendelijk/ ook door leken te bedienen	De warmte/koudeopslag is gebruiksvriendelijk en heeft geen onderhoud nodig, hoeft ook niet bediend te worden. De warmtepomp die onderdeel van het systeem is Ja, indien er een goede uitleg bijzit.
Voelbaarheid:	Is mogelijk door de ervaring van de warmte die het systeem afgeeft en doordat de warmtepomp techniek door iedereen is te begrijpen omdat het principe berust op die van een koelkast.
Voor meer info zie bijlage:	n.v.t.
Bronnen:	Tros Radar <a href="http://www.trosradar.nl/?url=PHP/news/14/2803">http://www.trosradar.nl/?url=PHP/news/14/2803</a> Senternovum <a href="http://www.senternovem.nl/">http://www.senternovem.nl/</a> Milieucentraal <a href="http://www.milieucentraal.nl/">http://www.milieucentraal.nl/</a> Stichting Warmtepompen <a href="http://www.stichtingwarmtepompen.nl/">http://www.stichtingwarmtepompen.nl/</a>
Contact:	n.v.t.

In de meest ideale situatie wordt elektriciteit gebruikt die op het zelfde moment wordt opgewekt. Helaas is duurzame energie niet 24 uur per dag beschikbaar. Het kan bijvoorbeeld een dag windstil zijn en het zonlicht is alleen maar overdag beschikbaar. Op die momenten is vaak toch energie nodig voor verlichting, verwarming, voor de vriezer, enzovoorts. Om dit probleem op te lossen moet het overschot aan energie die overdag of als het waait of op momenten dat de duurzame energie in overvloed aanwezig is opgeslagen kunnen worden.

In dit hoofdstuk worden verschillende methoden besproken om elektriciteit op slaan. Per methode wordt een uitleg van de werking gegeven, de capaciteit, levensduur, zelfontlading, het rendement de cyclus en kosten. De opslagmethodes van energie kunnen worden opgesplitst in 3 hoofdgroepen; Elektrochemisch, mechanisch en elektrisch.

## **Elektrochemische opslag**

Elektrochemisch opslaan van elektriciteit is gebaseerd op een chemische reactie. Bij de chemische reactie wordt een stof omgezet in een ander stof op het moment dat er elektrische energie aan wordt toegevoegd. Wanneer men de energie op een later moment weer nodig heeft wordt de chemische stof weer terug gevormd naar de oorspronkelijke stof, waarbij een gedeelte van de energie die er is ingestopt weer wordt omgezet naar elektriciteit. Een omzettingsrendement van 100% is onmogelijk, omdat een gedeelte van de energie wordt omgezet in warmte. Deze warmte verdwijnt uiteindelijk naar de atmosfeer en kan dus als verloren worden beschouwd. Het gemiddelde rendement van elektrochemische opslag ligt tussen de 60 en 95%. Deze vorm van opslag bestaat uit 3 verschillende methodes die hieronder zullen worden toegelicht.

## **Accu's en batterijen**

Een accu is de meest traditionele methode om elektrische energie op te slaan. De positieve platen (kathode) zijn gemaakt van loodperoxide ( $PbO_2$ ), de negatieve platen (anode) zijn van zuiver lood (Pb), en een elektrolyt van verdunt zwavelzuur. Ontladen en laden veroorzaakt een omgekeerde elektrochemische reactie die opslag van elektriciteit mogelijk maakt. Deze batterijen hebben een hoge spanningsdichtheid (nodig voor het starten van een auto) en zijn goedkoop. Maar ze zijn gevoelig voor een snelle zelfontlading, hebben een negatieve invloed op het milieu en hebben een lage energie dichtheid. Andere vormen van accu's zijn Nikkelcadmium of Lithiumion accu's

## **Waterstof**

Waterstof kan worden verkregen door water te splitsen in zuurstof en waterstof doormiddel van elektrolyse. Elektrolyse wil zeggen dat er een elektrische stroom door het water wordt geleid waardoor bij de ene elektrode zuurstof ontstaat en bij de andere waterstof. De waterstof kan worden opgeslagen. Doormiddel van een brandstofcel kan de waterstof op een later moment weer worden teruggevormd tot water, waarbij elektrische energie vrij komt. De zuurstof hiervoor komt uit de atmosfeer. Alhoewel men bij waterstof vaak spreekt van de "brandstof" van de toekomst, kleven er nog wel een aantal nadelen aan. Waterstof laat zich namelijk zeer moeilijk opslaan en ten tweede wordt een groot deel van de energie die vrij komt omgezet in warmte. Deze warmte zou wel kunnen worden gebruikt voor verwarming en vertrekken en kraanwater, maar de vraag naar warmte en elektriciteit is vaak niet evenredig, zodat de warmte toch nog verloren gaat. Deze techniek nog in ontwikkelingsfase en is voorlopig niet beschikbaar als realistische optie om energie op te slaan voor een woonomgeving.

## Flow batterijen

Flow batterijen zijn in staat om energie op te slaan en af te geven door middel van een omkeerbare elektrochemische reactie tussen twee zout oplossingen (elektrolyten). Het ontwerp bestaat uit het gebruik van vanadium bromide (VBr) als elektrolyt. Het basis systeem bestaat uit twee elektrolyt tanks, een regenerator voor het gebruik bij opladen, en een batterij cel met een ion membraan voor de elektrische ontlading. Het gebruik van flow batterijen heeft aanzienlijke voordelen. Ze vergen zeer weinig onderhoud en hebben een beperkte invloed op het milieu. Verder kunnen flow batterijen zeer goed piekspanningen opvangen en de "lek"energie is nihil, hiermee wordt bedoeld dat bij stilstand er na een jaar net zoveel energie uitgehaald kan worden als vlak na het opladen. Dit laatste heeft een zeer gunstig effect op het rendement. Er zitten echter nog een paar nadelen aan flow batterijen. De productie is een kostbaar proces en Nederland kent op dit moment geen leveranciers van flow batterijen.

In Groot-Brittannië zijn wel commerciële leveranciers van dit product. Dit laatste zou problematisch kunnen worden in geval van storingen.

## Perslucht (CAES)

Met behulp van een elektrische compressor zou perslucht opgeslagen kunnen worden in een tank. Doormiddel van een generator zou deze perslucht op een later moment weer kunnen worden omgezet in elektriciteit. Deze vorm van energie wordt ook wel micro CAES genoemd (Compressed Air Energy Storage). Deze manier van energie opslaan bevindt zich op tijd van schrijven in een experimentele fase, waardoor er dus nog weinig kan worden beschreven over de technische specificaties van deze methode. Het is aan te bevelen om deze methode nader te onderzoeken vanwege de theoretisch hoge energiedichtheid van perslucht. Een van de grote nadelen van deze methode is een aanzienlijk verlies van energie, in de vorm van warmte bij het opslaan van de perslucht.

## Vliegwiel

Een vliegwiel is een elektromechanisch apparaat dat een motor generator koppelt met een roterende massa waarbij energie voor korte periodes wordt opgeslagen. Conventionele vliegwielen worden "geladen" en "ontladen" via een integrale elektromotor die tevens als generator dien. De motor/generator trekt vermogen dat geleverd wordt via het net waardoor de rotor van het vliegwiel gaat draaien. De kinetische energie die opgeslagen is in de rotor wordt omgezet in elektrische energie (gelijkstroom) door de generator en de energie wordt geleverd met een constante frequentie en spanning door middel van een omvormer en een controle systeem. Een vliegwiel kan echter maar voor korte tijd stroom leveren, in de orde van minuten. Hierdoor is een vliegwiel geen reële optie en zal niet verder worden besproken.

## Hydraulische energieopslag

De kracht van vloeistoffen in beweging is al eeuwen gekend, zoals de vele watermolens bewijzen. Evenals de natuurrampen. Het grote verschil tussen hydraulica en pneumatiek is dat vloeistoffen geen energie kunnen opslaan, echter wel heel goed kunnen overbrengen. Ook zijn de overbrengbare krachten groter, door dezelfde eigenschap. Vloeistoffen zijn niet samendrukbaar, daarom kan er slecht energie in op worden geslagen.

## Waterkracht

Energie kan ook op worden geslagen in de vorm van water dat naar een hoger gelegen punt wordt gepompt. Door het water later terug te laten stromen naar een lager pijl kan kinetische energie omgezet worden in elektriciteit, doormiddel van een generator. Een zeer belangrijk vereiste is een aanzienlijk hoogteverschil op locatie. Verder is de aanleg van een dergelijke installatie zo kostbaar dat het pas rendabel begint te worden bij een vermogen van 1GW of meer.

## Supercondensator

De werking van een supercondensator berust op de zelfde als van een gewone kleine condensator. Een (super)condensator kan voor slecht seconden lang stroom leveren. Dit maakt supercondensator ongeschikt voor gebruik in huishoudens.

## Super geleidende magnetische spoelen (SMES)

Een super geleidende magnetische spoel kan net als supercondensatoren slechts seconden lang stroom leveren en zal niet verder worden besproken.

### Keuze criteria

Uit de beschrijvingen van de methoden blijkt dat er 3 potentiële opslagmethodes overblijven, namelijk accu's, flow batterijen en micro CAES. Deze worden in dit hoofdstuk nader nader toegespitst. Om tot een keuze van opslag methode te komen zijn de volgende criteria van belang

- De opslag methode moet een voldoende capaciteit hebben, deze moet worden afgestemd op behoefte
  - Levensduur moet voldoende zijn om systeem financieel rendabel te maken, hoger is beter
  - De zelfontlading moet minimaal zijn, lager is beter
  - Het rendement van de laad/ontlaadcyclus moet voldoende zijn, hoger is beter
  - De ontlaadtijd moet voldoende zijn om een periode van energie schaarste ('s nachts of windstil bijvoorbeeld) te kunnen overbruggen, deze is echter afhankelijk van de capaciteit.
- De orde van grootte moet in ieder geval in de uren liggen, niet in minuten of seconden.

De waarden uit de volgende tabel zijn afkomstig van de volgende site

<http://www.olino.org/articles/2006/10/15/elektriciteitsopslag>. Er wordt vermeld dat deze waarden slechts ter indicatie moeten worden gebruikt.

NB. De waarden voor de perslucht installatie (CAES) gelden voor mega installaties, voor micro CAES zijn geen waarden bekend.

Techniek	capaciteit	levensduur	zelfontlading	Rendement cyclus	ontlaadtijd	kosten	Geschied
eenheid	kWh	cycli	%/mnd		uur	€/kWh	
<b>ELEKTROCHEMISCH</b>							
Accus	1-40000	200 - 5000	0,5-5	60 – 80 (95 Lion)	uren	200-2500	+
Flowbatterijen	50-2000	5000 - 12000	0	80-87	uren	100-500	++
<b>MECHANISCH</b>							
CAES	Tot 3 MWh	10-tallen jr	0	50-80	uren	30-115	?

Om een duidelijker beeld te krijgen van de kwaliteiten van de verschillende methoden zijn in de volgende tabel waarderingen gegeven per criteria.

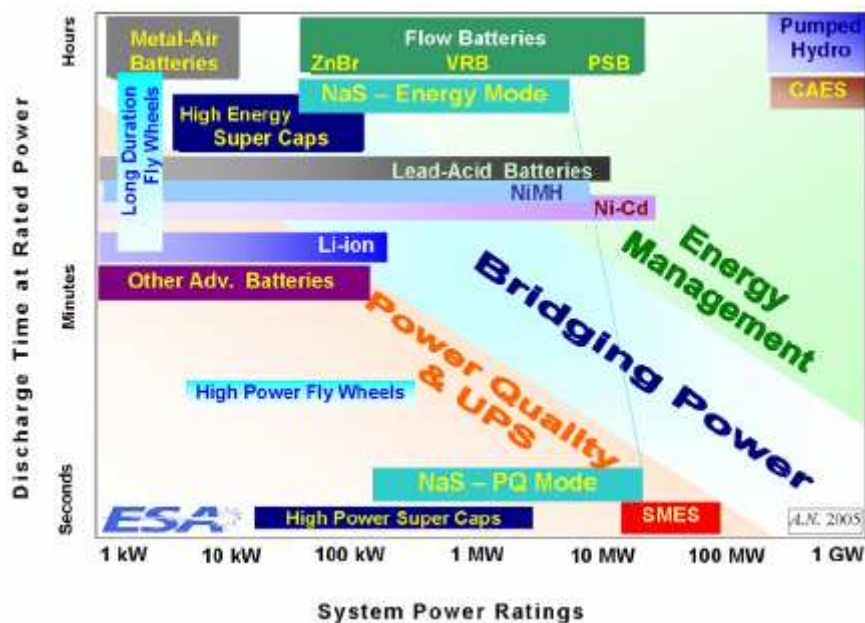
- -- Zeer ongeschikt
- - Ongeschikt
- +/- Geschikt
- + Geschikt
- ++ Zeer geschikt

Methode	Rendement cyclus	levensduur	zelfontlading	kosten	Capaciteit	Onderhoud
Accus / batterijen	+	+/-	+	+	+	+
Waterstof	-	+	++	--	+	+
Flow batterijen	+	+	++	+/-	++	+
Vliegwiel	++	+	--	+/-	+	+
microCAES	+/-	+/-	-	+	+	+/-
supercondensator	+	+	--	+/-	++	+
SMES	+	+	-	-	-	+

### Conclusie

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat flow batterijen de beste keuze zijn. Dit wordt ondersteund door de volgende afbeelding, waar het vermogen is uitgezet tegen de ontladtijd.

Bron: [http://www.electricitystorage.org/tech/technologies\\_comparisons\\_ratings.htm](http://www.electricitystorage.org/tech/technologies_comparisons_ratings.htm)



## Bronnen

<http://www.energietransitiebeleid.nl/energietechnologie/elektriciteitsopslag/techniek.html>

<http://nederland.eco-energy.info/asp/index.asp?k=7334&uc=>

<http://www.olino.org/articles/2006/10/15/elektriciteitsopslag>

<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2004/c04005.pdf>

[http://www.senternovem.nl/mmfiles/Bijlagen%20Eindrapport%20Opslag%20Elektriciteit%207Sep06\\_tcm24-196374.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Bijlagen%20Eindrapport%20Opslag%20Elektriciteit%207Sep06_tcm24-196374.pdf)

[http://www.senternovem.nl/mmfiles/Eindrapport%20Opslag%20Elektriciteit%207Sep06\\_tcm24-196375.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Eindrapport%20Opslag%20Elektriciteit%207Sep06_tcm24-196375.pdf)

<http://www.electricitystorage.org/>

<http://home.hccnet.nl/david.dirkse/energie/energie.html>

<http://home.hetnet.nl/~j.van.staveren/#Opslag%20van%20energie>

<http://www.dutchrobotgames.nl/cgi-bin/pda/cgi-bin/bouwen/6.4-Hydrauliek>

[http://home.wxs.nl/~brink494/frm\\_nl.htm](http://home.wxs.nl/~brink494/frm_nl.htm)