



## Innovatie- Netwerk

InnovatieNetwerk genereert grensverleggende vernieuwingen in landbouw, agribusiness, voeding en groene ruimte en zorgt ervoor dat die door belanghebbenden in de praktijk worden gebracht.

Het ministerie van LNV nam het initiatief tot en financiert InnovatieNetwerk.

► Meer informatie over  
InnovatieNetwerk:  
[www.innovatienetwerk.org](http://www.innovatienetwerk.org)

Een Conceptwijzer informeert u over beslissende momenten in de ontwikkeling van een grensverleggend concept. Bijvoorbeeld als het concept rijp is om in discussie te brengen. Of als realisatie in de praktijk in zicht is. Maar ook als een concept wordt afgesloten.



► Wilt u meer informatie over dit onderwerp, dan kunt u contact opnemen met Carel de Vries van Courage (tel. 06-53578896; e-mail [carel@courage2025.nl](mailto:carel@courage2025.nl)) of met Henk Huizing van InnovatieNetwerk (tel. 070-3785777/06-51966359; e-mail [h.j.huizingi@innonet.agro.nl](mailto:h.j.huizingi@innonet.agro.nl)).

## Pilot Fotonenboer van start! Stroomopslag betekent doorbraak voor zonne-energie

Een belangrijke bottleneck voor duurzame elektriciteitsproductie is steeds geweest dat we de stroom niet efficiënt konden opslaan.

De wind waait en de zon schijnt wanneer hij wil. De niet-stuurbare elektriciteitsproductie moet op onvoorspelbare momenten direct aan het net worden geleverd. En dat levert stevast de allerlaagste stroomprijs op. Konden we de duurzame stroom maar opslaan, dat zou het rendement aanzienlijk verbeteren... Daar lijkt nu een belangrijke doorbraak in te zijn bereikt.

Op een melkveebedrijf in de Achterhoek is een zogenaamde Vanadium Redox batterij geplaatst waarin de zonne-energie die daar is opgewekt met zonnepanelen kan worden opgeslagen. De batterij kan niet alleen energie opslaan, maar ook leveren. Het is voor het eerst in West-Europa dat een dergelijke batterij, die de omvang van een kleine zeecontainer heeft, in gebruik is genomen.

Eigenlijk is elke boer een Fotonenboer. Allemaal maken zij met fotonen (lees: licht) via fotosynthese uit koolzuurgas (CO<sub>2</sub>) en water biomassa in de vorm van: tulpen, gras, tarwe, geraniums, enzovoorts. Boeren oogsten het licht van de zon en leggen dat vast. En uit het gras wordt weer melk gemaakt en uit de tarwe brood. Bij de laatste fase in het leven van biomassa kun je via verbranding en een generator nog wat stroom opwekken. Daarmee is de cyclus dan gesloten en is alle eerder vastgelegde CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O weer vrijgekomen.

Maar er is nog een andere manier om fotonen te oogsten: via zonnecellen. Om dat te kunnen doen heb je natuurlijk zonnecellen nodig. Maar ook en vooral véél ruimte. Boeren hebben die ruimte in overvloed. Op hun schuren of stallen kunnen veel zonnecellen worden gelegd. Zo kunnen zij zoals gebruikelijk fotonen oogsten. Zij maken er nu echter stroom van, geen biomassa. De stroom verkopen zij aan elektriciteitsmaatschappijen.





## Eigen stroom eerst

Zij kunnen de opgewekte stroom ook heel goed voor hun eigen bedrijfsvoering gebruiken. Dat is efficiënter dan eerst de stroom als wisselstroom het net in te sturen en die stroom vervolgens voor eigen gebruik (voor een doorgaans hogere prijs) weer aan het net te onttrekken. Verder heeft de stroom uit zonnecellen een voltage van 12 of 24 Volt gelijkstroom (DC). Die gelijkstroom moet vóór levering eerst worden omgezet in 220 Volt wisselstroom (AC) en dat kost energie. Beter zou het zijn om die gelijkstroom in de vorm waarin je die oogst ook in je bedrijf te gebruiken. Dat is het meest efficiënt. Op die manier heeft de Fotonenboer zijn stroomvoorziening in eigen hand. Wat hij niet zelf gebruikt aan stroom kan hij alsnog aan het net leveren. In termen van duurzaamheid en verspilling is dit een veel betere oplossing dan uitsluitend levering aan het net.

## Stroomopslag

Het hierboven genoemde verhaal gaat uiteraard mank op een belangrijk punt. Stroom die je via zonnecellen of windmolens oogst kun je zelf meestal

niet op hetzelfde moment benutten. De opgewekte capaciteit moet je dan stallen op het elektriciteitsnet. Alleen wanneer je zelf op een goede en goedkope manier je stroom kan opslaan kun je dit probleem oplossen. Stroomopslag is dan ook de kern van het concept Fotonenboer. In 2007 startte in een samenwerking tussen InnovatieNetwerk, Stichting Innovatie Glastuinbouw Nederland (SIGN) en Stichting Courage een verkenning naar de mogelijkheid om gelijkstroom (DC), die via zonnecellen wordt 'geoogst' op te slaan in een Vanadium Redox Batterij (VRB). Een VRB bestaat uit twee opslagtanks en een 'omzetter', een 'stack'. In de ene tank zit een Vanadium oplossing die via de stack is gereduceerd met elektronen (de stroom van de zonnecellen) en in de andere een Vanadium oplossing die tegelijkertijd juist is geoxideerd. Beide oplossingen zijn van elkaar gescheiden door een membraan. Door het proces om te draaien is de stroom weer terug te winnen. Wanneer een dergelijk systeem optimaal werkt kan op ieder gewenst moment worden bepaald wat er met de opgeslagen stroom moet gebeuren.

## Partners voor pilot

Om dit in de praktijk te kunnen gaan testen heeft Stichting Courage melkveehouders aangeschreven om hun belangstelling voor een pilot te toetsen. Uit zestien bedrijven is de maatschap Borgman-Roeterdink geselecteerd voor een pilot. Een van de redenen hiervoor was de aanwezigheid van een melkrobot. De reden hiervan is dat een melkrobot verspreid over de dag stroom gebruikt omdat koeien zelf bepalen wanneer ze gemolken willen worden. En dat blijkt niet alleen om vijf uur 's ochtends en vijf uur 's middags te zijn. Door de gelijkmatiger stroomafname, ofwel lagere piekbelasting, is een VRB eerder rendabel.

Daarnaast moest een bedrijf gevonden worden dat de juiste VRB kon leveren. Bedrijven die bezig zijn met de ontwikkeling van batterijen voor deze toepassing, richten zich echter vooral op installaties om zeer grote vermogens van windmolenparken op te slaan. Voor het concept Fotonenboer zochten InnovatieNetwerk, Courage en SIGN juist een kleinschalige installatie. Zo kwamen ze terecht bij het Oostenrijkse bedrijf CellStrom dat deze batterijen produceert. Besloten werd om samen met hen het concept Fotonenboer te gaan implementeren. Met behulp van financiële steun van de provincie Gelderland kon de aanschaf van de gewenste VRB worden gerealiseerd.





### Slimme installatie

De pilot die nu bij de maatschap Borgman-Roeterdink loopt is bedoeld om uit te zoeken wat het rendement van de technologie is en hoe het systeem in een boerenbedrijf kan worden ingepast. Na de installatie op het erf van boer Borgman, zijn specialisten bezig geweest om de batterij te integreren in de gehele bedrijfsvoering van de onderneming. De batterij wordt gestuurd door een computer. Het is de bedoeling dat de installatie zo slim wordt dat deze de meest economische omgang met zijn omgeving en zichzelf kiest en zich bijvoorbeeld voorbereidt op een aankomende weersverandering. Door de batterij actief te regelen kan een virtueel eilandbedrijf worden gerealiseerd, waarbij nagenoeg geen energie-uitwisseling tussen bedrijf en openbaar net plaatsvindt. Maar er kan juist ook voor worden gekozen te laden en ontladen via het net als dat prijstechnisch gunstiger is. De netbeheerder kan zelfs een beroep doen op de batterijcapaciteit. Alliander is daarom ook actief bij dit project betrokken.

De batterij slaat de energie op van zonnepanelen met een totaal vermogen van 50kW en kan volledig geladen gedurende 10 uur ruim 10 kW piek leveren. Het is op dit moment onduidelijk wat exact het rendement van de batterij zal zijn.

### De stap naar gelijkspanning

Zonnecellen leveren 12 of 24 Volt DC waarna deze stroom dan voor levering naar het net via een omvormer wordt omgezet naar 50-60 Hertz wisselstroom (AC) van 220 Volt. Een omvormer is hiervoor nodig omdat de frequentie van het net moet worden opgepikt. Met omvormers is het niet mogelijk om de stroom rechtstreeks naar batterijen te leiden. Daarvoor is een laadstroomregelaar nodig.

Dit betekent dat de DC-stroom van zonnecellen via een laadstroomregelaar naar de VRB moet worden gestuurd. Achter de VRB zit dan weer een omvormer die de opgeslagen AC-stroom naar het net voert. Wanneer je vervolgens weer stroom gebruikt voor een apparaat

is het meestal nodig de wisselstroom (AC) weer om te zetten met behulp van een transformator en gelijkrichter naar gelijkstroom (DC), want zeer veel apparaten werken nu eenmaal op gelijkstroom. Er zijn zeer efficiënte gelijkstroommotoren leverbaar.

Ook in melkrobots zitten gelijkstroommotoren. Dit betekent dat er onderweg veel energieverlies optreedt vanwege alle DC/AC/DC conversies. Het zou veel beter zijn om de gelijkstroom van de zonnecel/VRB-combinatie zonder of met zo weinig mogelijk conversies te gebruiken. Dat betekent een gelijkstroomnet op de boerderij. Wanneer dan alle AC-transformatoren zouden kunnen worden weggelaten, bespaart dat veel koper én stroom.

Het gebruik van 12, 24 of 48 V DC is geen probleem. Auto's gebruiken 12 Volt en veel vrachtauto's gebruiken 24 Volt. Er zijn ook veel apparaten beschikbaar die op deze voltages werken: TV's, koelkasten, radio's, vriezers, etc. Kijk maar eens in een camper of vrachtwagen. Ook de mobiele tak van militaire apparatuur en veel schepen en off-shore installaties gebruiken 48 V DC. Waarom zou dat op een melkveebedrijf niet kunnen?

### LED-verlichting

Er is ook veel belangstelling voor de toepassing van (O)LED-verlichting (de O staat voor organische LED's). In stallen is goede verlichting erg belangrijk. Niet alleen voor het welzijn van de koe maar ook om als veehouder de gezondheid van het vee goed te kunnen inspecteren. Momenteel worden daar hoge-druk kwiklampen voor gebruikt. Voor die lampen zijn zware transformatoren noodzakelijk. LED-verlichting werkt op gelijkstroom. Om LED-verlichting in huis te kunnen gebruiken, wordt





de stroom teruggetransformeerd en gelijkgericht. Rechtstreekse toepassing van 12/24/48 V DC voor LED verlichting zou beduidend economischer kunnen zijn.

### DC-netten

Helaas zijn deze lage DC-voltages niet geschikt voor transport over langere afstanden. Er treden dan te veel ohmse verliezen (door weerstandswerking) op. Overigens treden er ook bij wisselspanningsnetten en in motoren die op wisselstroom draaien veelvuldig verliezen op door impedantie waarbij warmte vrijkomt.

Zoals al gezegd gebruiken schepen, offshore en militaire installaties 48 Volt gelijkstroom. Transport van gelijkstroom binnen deze infrastructures levert blijkbaar geen grote problemen op. Ook is er in deze omgevingen veel ervaring met het omzetten van 48 V DC in andere voltages zonder daarvoor over te moeten schakelen op wisselstroom.

Zonnecellen zijn, met behulp van geschikte omzeters, geschikt om 48 Volt te leveren. Ook een VRB kan werken op 48 V. De uitdaging is dus om bijvoorbeeld een 48 V DC structuur aan te brengen op een boerderij zodat de Fotonenboer autarkisch (off-grid) kan draaien. Dat lijkt nog gemakkelijker te realiseren wanneer ook voor de productie van warm water zonne-energie en restwarmte wordt gebruikt.

Op de lange termijn biedt de VRB-techniek nog meer spannende perspectieven. De geladen vloeistof zou ook verpompt kunnen worden. Dat biedt zicht op toepassing in mobiele systemen, bijvoorbeeld bedrijfsvoertuigen en later misschien zelfs auto's. Dat levert een heel boeiend beeld op: elektriciteit tanken bij de Fotonenboer!