

Zonnepanelen op je balkon

Zelfbouw balkoncentrale = snel terugverdiend!

door Dr. Thomas Scherer (Duitsland)

Je hoeft niet een heel dak met zonnepanelen te bedekken om de installatie economisch en ecologisch levensvatbaar te maken. Het idee van een aan het lichtnet gekoppelde zonnepaneelinstallatie op het balkon begint steeds meer ingang te vinden nu veel kantoormedewerkers thuis werken. De energie die door zonlicht wordt opgewekt, kan helpen het extra stroomverbruik overdag te compenseren. Deze mini-energiecentrales zijn vrij goedkoop en worden in sommige Europese steden zelfs gesubsidieerd. Ik heb me verdiept in de regelgeving voor deze centrales, wat onderzoek gedaan naar de apparatuur en ben overgegaan tot het installeren.

Ik ben al een tijdje een beetje jaloers op mijn burens die zonnepanelen op hun daken hebben. Op de lange termijn voldoen deze aan alle voorwaarden om de CO₂-uitstoot te verminderen en onze energie-verslindende levensstijl te ondersteunen. Maar ten eerste heb nog niet zo lang een eigen huis, en ten tweede leek zonne-energie me vrij duur. Ten derde ben ik huiverig om "iets met elektriciteit" uit te besteden aan ambachtslieden (voor wie de vraag momenteel toch al groter is dan het aanbod). Bovendien gaat een dergelijk project in Duitsland met veel

bureaucratie gepaard en zijn de huidige teruglevertarieven - helaas voor mij, maar goed voor het grote publiek - erg laag. En wist u dat de Duitse belastingdienst al belasting heft op zelf opgewekte en verbruikte elektriciteit voor "normale" systemen op het dak van een eengezinswoning?

Ik had het idee al te lang in de ijskast gezet, maar nadat ik in 2020 een laadstation op zonne-energie voor mijn robotgrasmaaier [1] had geïnstalleerd, begon ik na te denken over de voordelen van een relatief bescheiden zonnepaneelinstallatie voor aan het lichtnet. Ik deed wat onderzoek naar wat er beschikbaar was, en kwam steeds de term 'balkoncentrale' tegen (zie het kader 'Wat is een balkoncentrale?') die een opstelling beschreef die precies zou kunnen zijn wat ik zocht.

Wat levert het op?

Na de juridische grijze gebieden te hebben onderzocht, wilde ik uitzoeken of zo'n mini-zonnepaneelsysteem financieel echt haalbaar zou zijn. Voor kleine installaties op balkons kun je kiezen tussen een installatie met één of twee panelen. Een installatie met één paneel kan een piekvermogen van ongeveer 300 Wp opwekken (de kleine 'p' staat voor peak) en met twee panelen heb je 600 Wp.

Om de zonnestraling in mijn gebied te



controleren heb ik de kaart [2] van de Duitse weerdienst bestudeerd, die de gemiddelde zonne-energie per jaar in Europa en meer specifiek in Duitsland weergeeft (**figuur 1**). Er zijn ook veel calculators voor de zonne-opbrengst te vinden op het internet. Ik woon in het zonovergoten zuidelijke Baden, wat betekent dat ik onder optimale omstandigheden kan rekenen op een jaarlijkse instraling van bijna 1.200 kWh per m². Uitgaande van een rendement van 20% voor monokristallijne zonnecellen, zou ik tot 240 kWh per m² per jaar kunnen produceren. Een opstelling met twee panelen zal voor mij geschikter zijn, een modern paneel in de vermogensrange van 320 tot 370 Wp heeft een bruikbare oppervlakte van ongeveer 1,6 m². Met twee panelen zou een jaaropbrengst van bijna 770 kWh dus mogelijk moeten zijn. Met deze opbrengst en de huidige prijs (€ welo,30 per kWh) voor elektriciteit in Duitsland zou mijn balkoncentrale mij tot € 230 per jaar besparen. De aanschafprijs van mijn systeem was vrijwel precies € 600. Deze eenvoudige berekening betekent dat het systeem zichzelf in twee jaar en zeven maanden zou terugverdienen! Dat zou mooi zijn! Om dit te realiseren moeten de panelen onder een optimale hoek worden geplaatst om maximale energie op te vangen en mogen er geen verliezen optreden in de omvormer en de bekabeling en mag er geen schaduw zijn van overhangende begroeiing of gebouwen.

Deze berekening gaat er ook van uit dat alle geproduceerde energie intern wordt gebruikt en niet aan het lichtnet wordt geleverd. Voor een appartement met één bewoner, waarvan de bewoner overdag op het werk is, zal een groot deel van de opgewekte energie aan het elektriciteitsnet worden geleverd. In dat geval zou één paneel van 300 W meer dan genoeg moeten zijn. In mijn huis draaien twee koelkasten en een vriezer; mijn moeder kijkt overdag graag tv en ik werk in mijn kantoor aan huis waar overdag een pc met een grote monitor draait. Samen met andere elektrische apparaten en adapters zal ons basisverbruik gemakkelijk de opbrengst van een enkel paneel van 300 W overschrijden. Een installatie van 600 Wp lijkt niet overgedimensioneerd.

Als ik uitga van een conservatieve 75% benutting, levert dit onder optimale omstandigheden een jaarlijkse besparing op de elektriciteitskosten op van ongeveer € 170. Mijn beoogde locatie voor de panelen is ook niet ideaal, er valt wel geen schaduw op de panelen, maar de elevatiehoek is slechts 5° en ze zullen precies zuid-zuid-oost op 135° georiënteerd zijn. Ik zal minder profiteren van de avondzon, maar meer van de diffuse straling. Als ik daar voorzichtig 25% van af trek, kom ik uit op een jaarlijkse besparing van iets meer dan € 125. Met een kostenplaatje van € 600 zal mijn balkoncentrale zichzelf waarschijnlijk in vier jaar

Wat is een balkoncentrale?

Een zonnepaneel is een kleine zonne-energiecentrale. Zoals de naam al zegt, is hij zo klein dat je hem zelfs op een balkon kunt monteren. In de EU liggen installaties met een piekvermogen van minder dan 800 Wp onder de drempel waar de bureaucratie en de daarmee gepaard gaande papierwinkel en kosten hun intrede doen. Je mag een dergelijk systeem installeren en niemand kan je iets anders vertellen (zolang de elektriciteit veilig is) of onder bureaucratie bedelven (hoewel in Duitsland de bovengrens op 600 Wp ligt).

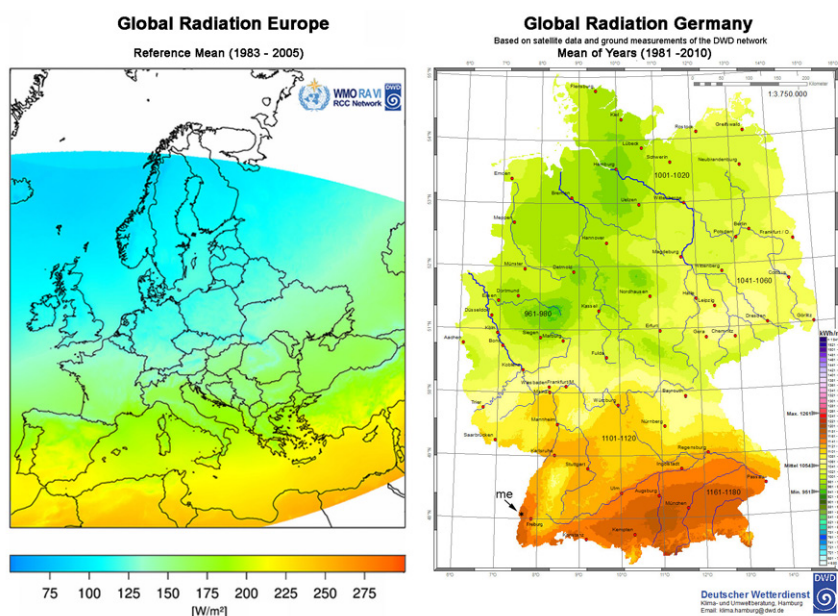
Het doel is ook belangrijk: een zonnepaneel wekt net genoeg stroom op om de 'ruststroom' van een huis te dekken, bij wijze van spreken. Met andere woorden, het verbruik van een koelkast, een televisie, de internetrouter, de circulatiepomp van het verwarmingssysteem, alsmede tientallen lichtnetadapters en andere zaken die stand-by staan. De energie die het systeem daarbovenop genereert, wordt afgestaan aan het net, d.w.z. de energieprovider. Dit houdt het systeem eenvoudig en goedkoop. Daarom hoeft het ook niet zo groot te zijn.

hebben terugverdiend. Vanaf dat moment is alles winst.

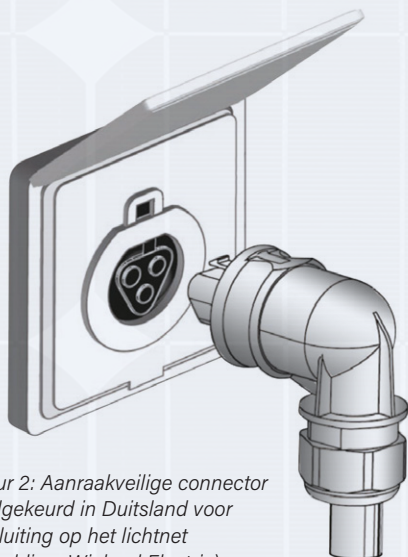
Als je subsidie voor je systeem krijgt (de naburige stad Freiburg geeft bijvoorbeeld € 200), dan is de terugverdientijd veel korter. Wanneer je de installatie zelf doet, zijn de kosten minimaal, maar dan is er geen rekening gehouden met eventuele extra kosten voor het vervangen van de meter, waar sommige netbeheerders op kunnen aandringen. Zo staat de noodzaak van een zogenaamde bidirectionele meter momenteel ter discussie (een meter moet minimaal over een terugloopblokkering beschikken). De aangeschafte hardware moet ook betrouwbaar zijn, defecte onderdelen moeten worden vervangen, waardoor het systeem veel minder rendabel wordt. Ik zou de hoek van de panelen kunnen verbeteren om het rendement te verhogen, maar ze vallen minder in het oog als ze plat op het bestaande dak liggen en ik krijg een betere opbrengst in de zomer, als de airco soms overdag draait (maar niet zo'n goede in de winter).

Systeemonderdelen

Een balkoncentrale bestaat uit zonnecellen, een netgekoppelde synchrone omvormer en de middelen voor aansluiting op het elektriciteitsnet. Dit laatste onderdeel is vaak een speciale Wieland



Figuur 1: Zonnekaart van Europa en Duitsland (afbeelding: DWD [2]).



Figuur 2: Aanraakveilige connector goedgekeurd in Duitsland voor aansluiting op het lichtnet (afbeelding: Wieland Electric).



Figuur 4: AC connector en afdekking.



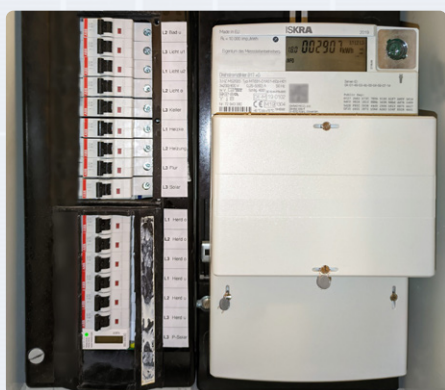
Figuur 3: De HM-600 grid-tie inverter naast een uitgave van Elektor.



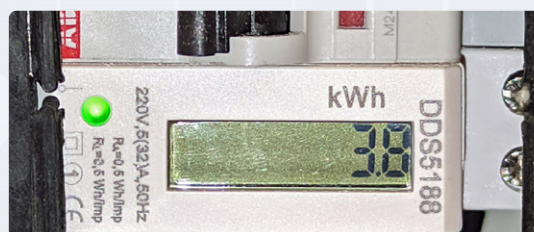
Figuur 5: De andere kant van de HM-600 grid-tie inverter.



Figuur 6: Een van de Jinko JKM330M-60 panelen vóór de installatie.



Figuur 7: De stoppenkast. Een extra 10A-automaat (links midden) en een kleine elektriciteitsmeter (links onder) werden geïnstalleerd. De moderne meter rechts gebruikt een terugloopblokkering.



Figuur 8: Deze goedkope elektriciteitsmeter past op de DIN-rail en registreert de door de balkoncentrale opgewekte energie. Het display toont de opbrengst vanaf de eerste dag.

stekkerverbinding (figuur 2), omdat we in Duitsland een stekker en stopcontact mogen gebruiken om de systeemuitgang aan te sluiten met inachtneming van de veiligheid en bepaalde beperkingen. In Groot-Brittannië is dat niet toegestaan; daar moet de uitgang worden aangesloten via een tweevoudig gezeekerde scheidingsschakelaar. De omvormer is het belangrijkste onderdeel van het systeem. Hij zet de lage gelijkspanning van een zonnepaneel om in een standaard en terugleverbare wisselspanning van 230 V. De omvormer voor de netkoppeling houdt de wisselspanning van het net nauwlettend in de gaten om ervoor te zorgen dat de stroom die door de panelen wordt geleverd synchroon loopt. Koppel de omvormer los van het net en de omvormer schakelt de uitgang in milliseconden uit. Bij de keuze van je systeem moet je rekening houden met het uitgangsvermogen, het maximale terugleververmogen, het werkspanningsbereik van de zonnepanelen en de bouwkwaliteit. Ik heb gekozen voor de HM-600 omvormer van Hoymiles. Hij kost € 220 en schijnt volgens de gebruikersreviews betrouwbaar te zijn. Ik heb wat dubieuze dingen gelezen over goedkopere omvormers; die heb ik links laten liggen. Er zijn ook andere kwalitatief goede omvormers verkrijgbaar.

De HM-600 biedt een piek uitgangsvermogen van 600 W en kan een input van twee panelen aan in het vermogensbereik van 240 tot 380 Wp. Hij haalt een rendement van ten minste 96,5% en verbruikt 's nachts minder dan 50 mW. In **figuur 3** is een exemplaar van Elektor gebruikt ter vergelijking van de afmetingen. Hij weegt 3 kg en is vrij plat zodat hij onder een paneel past. De lange kabel onderaan is de lichtnetaansluiting (waarvoor een geschikte koppeling nodig is), en de korte kabel met een dikke stekker bovenaan is de aansluiting naar extra omvormers (hier moet een afdekkapje worden gemonteerd). Je moet ook beide onderdelen bestellen (**figuur 4**). Een foto van de onderkant zie je in **figuur 5**. De omvormer en de rendementsberekeningen spelen een rol bij de keuze van de zonnepanelen. Om 600 W uit de omvormer-output te halen, kunnen de panelen het beste een wat hoger rendement hebben om enige reserve te hebben. Efficiëntere zonnepanelen kosten meer. Ik heb gekozen voor twee monokristallijne 330 Wp-panelen

van Jinko Solar (**Figuur 6**). Deze leveren minstens 10% reserve. In de klasse boven de 300 Wp zijn bijna alle panelen, met enkele kleine afwijkingen, 166,5 × 100,2 cm en wegen net geen 20 kg. De garantie van Jinko geeft aan dat de opbrengst na 25 jaar minimaal 80% van de oorspronkelijke opbrengst zal zijn. De panelen kosten € 150. De leveringskosten van de grotere systeemcomponenten zullen hoog zijn, dus het is het overwegen waard om ze zelf bij een lokale distributeur af te halen. Twee panelen passen in een auto van gemiddelde grootte met de achterbank plat geklapt.

Aansluiting

In sommige landen zoals Nederland is het toegestaan om de output van een balkoncentrale gewoon in een standaard 3-polig stopcontact te steken. In Duitsland is het toegestaan een aanraakveilig alternatief te gebruiken, zoals de (€ 35) Wielandstekker. Het risico op een schok is minimaal omdat de omvormer onmiddellijk uitschakelt zodra de stekker wordt losgetrokken. In het VK verbieden de IET-bedradingsvoorschriften het gebruik van een standaard of afgeschermd 3-polige connector, maar daarover later meer.

De aansluiting kan parallel worden bedraad aan een bestaand stopcontact in het lichtnet, ergens waar dat handig is. Maar hij kan ook worden aangesloten op de groepenkast met zijn eigen zekering. Bij de eerste methode kan het nodig zijn de deze groep lager af te zekeren. In het VK zijn de wandcontactdozen berekend op 13 A en wordt de ringleiding doorgaans beschermd door een 32A-installatieautomaat in de groepenkast. Als de uitgang van de omvormer is aangesloten op een stopcontact, zal hij extra stroom injecteren die niet wordt gedetecteerd door de automaat van het stopcontact. Een balkoncentrale van 600W kan een extra stroom van 2,6 A toevoegen, die in het ergste geval het stopcontact zou

overbelasten. Om het zekere voor het onzekere te nemen, moet de automaat van 13 A worden vervangen door een met de op één na laagste (10 A) karakteristiek.

Hiermee rekening houdend en na het controleren op reservecapaciteit in de groepenkast, koos ik ervoor om de energiecentrale direct op de groepenkast aan te sluiten met zijn eigen 10A-automaat. Hiervoor heb ik 15 m kabel getrokken en een aantal gaten geboord. Dit bespaarde me € 35 voor de connector en geeft me de mogelijkheid om de stroom die in het systeem wordt ingevoerd heel eenvoudig te registreren. Er zijn natuurlijk ook chique systemen met apps om de stroomopwekking in realtime op een mobiele telefoon weer te geven, maar ik vond dat een beetje overdreven. Alles wat ik nodig heb is een lopend totaal van de opgewekte stroom, dat zichtbaar is op een goedkope kWh-meter voor de DIN-rail die minder dan € 10 kost. De uitgebreide consumenten-unit is te zien in **figuur 7**. De kleine logger zit linksonder. De close-up van **figuur 8** toont de uitlezing van 3,8 kWh na de eerste dag op 9 mei 2021 – gelukkig een volledig onbewolkte dag. Dit komt neer op € 1,14. Mijn eerdere berekening van een netto jaaropbrengst van € 125 begint er vrij realistisch uit te zien.

Houd het legaal

Zoals figuur 7 laat zien, heb ik al een moderne elektriciteitsmeter met een terugloopblokkering. Als je nog een oude meter met draaischijf zonder terugloopblokkering hebt, zal deze terugdraaien wanneer de opbrengst van de zonnepanelen hoger is dan het verbruik. Als dit gebeurt zou je kunnen stellen dat je het net gebruikt als een soort accu die je 'ontlaadt' als je meer energie nodig hebt of 'oplaadt' als je energie over hebt. Zelfs sommige politici hebben dit soort naïeve gedachten gehad, maar het is niet logisch en ook niet toegestaan! Het is illegaal en je moet je aan de regels houden.



Gerelateerde producten

- OWON OW16B DVM with Bluetooth (SKU 18780)
www.elektor.nl/owon-ow16b-digital-multimeter-with-bluetooth
- PeakTech 4350 Clamp Meter (SKU 18161)
www.elektor.nl/peaktech-4350-clamp-meter
- Environmental monitoring station (SKU 18975)
www.elektor.nl/enviro-environmental-monitoring-station-for-rpi



Figuur 9: Beide panelen bevestigd op het dak van het terras.

Elk land heeft zijn eigen regelgevende instantie en in het VK is het een vereiste dat je een G98 Engineering Recommendation Form (technisch aanbevelingsformulier) invult en binnen 28 dagen na de installatie terugstuurt naar je netbeheerder. Om je netbeheerder te vinden, voer je je postcode in bij [4].

Voor de meeste zonnepanelen met stekker is in het Verenigd Koninkrijk geen vergunning vereist, aangezien deze worden geclassificeerd als 'toegestane ontwikkeling', op voorwaarde dat het pand niet op de monumentenlijst staat of niet in een gebied met uitzonderlijke natuurlijke schoonheid of in een nationaal park staat. Het is je eigen verantwoordelijkheid om te controleren of er een vergunning vereist is voor de zonnepanelen. Neem in geval van twijfel contact op met de betreffende afdeling van je gemeente of kijk hier [5] voor het gedeelte over zonnepanelen op het planning-portal. In Duitsland moet je je balkoncentrale op de dag van de ingebruikneming zowel bij de netbeheerder als bij het federale netwerkagentschap aanmelden. Dit is verplicht - zelfs voor zeer kleine installaties zoals de mijne. Je kunt dit online doen [6], het duurt minder dan tien minuten. Als je systeem geregistreerd is in het zogenaamde 'marktmeesterregister', wordt dit gemeld aan de desbetreffende provider, maar dat betekent niet dat je je niet zelf hoeft te registreren. Zij zullen dan een oude meter omruilen voor een nieuwe met een terugloopblokkering of vervangen door een bidirectionele meter. Het is waarschijnlijk niet de moeite waard om het systeem te registreren om een terugleververgoeding te krijgen. In Duitsland bedraagt het teruglevertarief momenteel 7,47 cent per kWh. Als bijvoorbeeld 25%

van mijn geschatte opbrengst van 480 kWh per jaar zou meetellen als feed-in, zou dat $145 \text{ kWh} \times 7,47 \text{ cent}$ opleveren, bijna € 11 per jaar of een paar biertjes. Dat dekt nauwelijks de extra kosten en de extra administratie. Het is beter je overtollige energie aan het net te doneren; dat geeft een goed geweten in de wetenschap dat het op de een of andere geringe wijze heeft bijgedragen aan de vermindering van het gebruik van fossiele brandstoffen en de CO_2 -uitstoot..

Systeem installeren

In **figuur 9** kun je zien dat ik een paar stevige roestvrijstalen beugels heb gebruikt om de twee zonnepanelen te bevestigen op het dak van een terras dat direct aan het huis grenst. Voor pannendaken zijn speciale bevestigingen verkrijgbaar. Voor een plat dak zijn er kant-en-klare stalen beugels voor de optimale opstelhoek voor Midden-Europa. De omvormer wordt onder een paneel gemonteerd, en de weerbestendige bekabeling loopt via kabelgoten naar de kelder en vervolgens met doorvoerbekabeling (NYM) naar de meterkast. Het spreekt vanzelf dat alle werkzaamheden aan een elektrische installatie in huis uitsluitend door een gekwalificeerde installateur mogen worden uitgevoerd. In Duitsland moet je over de nodige vakkennis beschikken en gekwalificeerd zijn om werkzaamheden aan het lichtnet en in de meterkast uit te voeren. In geval van twijfel moet je een door de netbeheerder erkende installateur inschakelen.

De IET-aansluitvoorschriften in het VK bepalen dat een "elektrisch geschoold" persoon (niet per se een gediplomeerde installateur) de installatie van een zonnepaneel met stekker mag uitvoeren. Alle

werkzaamheden moeten voldoen aan de laatste editie van de IET-voorschriften voor elektrische installaties. In Duitsland is het mogelijk een Wieland-wandcontactdoos op het stroomnet aan te sluiten, zodat de uitgang van de omvormer gewoon kan worden ingeplugd. Dit is niet toegestaan in het VK; voorschrift 551.7.2(ii) stelt: "De microgenerator (zonnepanelen) mag niet op het hoofdcircuit worden aangesloten door middel van een stekker en een contactdoos". In plaats daarvan moet de microgenerator worden aangesloten via een dubbelpolige 13A-installatieautomaat die is aangesloten op de bestaande leiding, als een uitloper van een leiding of via een speciaal radiaal circuit. In deel P van de Britse bouwvoorschriften (paragrafen 2.7 en 2.8) staat dat de toevoeging van een gezeekerde geschakelde aansluitingseenheid wordt geclassificeerd als werk dat niet hoeft te worden aangemeld (tenzij het deel uitmaakt van een badkamerinstallatie).

Al met al kostte het maken van de sleuven, het installeren van de kabelgoten, het leggen van de kabels, het boren van de gaten in de roestvrijstalen hoeken, het aanpassen van de consumentenunit en het installeren van de panelen me minder dan drie werkdagen. Een ervaren installateur zou het ongetwijfeld in de helft van de tijd hebben gedaan, maar ik ben blij dat ik het systeem zelf geïnstalleerd heb en dat ik er vertrouwd mee ben als er iets vervangen moet worden. **Figuur 10** toont een zijaanzicht van het systeem direct na voltooiing. Oh, dáár heb ik de ladder laten staan. .

Werking

Er zijn veel fabrikanten in Duitsland die een compleet plug-and-play balkonsysteem aanbieden dat op een stopcontact kan worden aangesloten. Deze systemen kunnen zeer snel operationeel zijn, maar je moet nagaan of je de afzonderlijke componenten niet goedkoper kunt krijgen. Persoonlijk vind ik het leuk om onderzoek te doen. Op die manier kan ik de componenten kiezen voor een systeem dat aan mijn behoeften voldoet.

Zou ik, nu het klaar is, je aanraden om het ook te proberen? Jazeker! Ik geef toe dat ik een beetje geobsedeerd was door het bijhouden van de energie-opbrengst. Ik heb gemerkt dat je zelfs op bewolkte dagen met regen een paar honderd Watt-uur mag verwachten. Waar ik naar uitkijk is

hoogzomer, wanneer ik kan chillen met een biertje in de wetenschap dat de zonnepanelen die me tegen de zon beschermen een rol hebben gespeeld in het koelen van het bier. De werking in de winter zou ook interessant moeten zijn. Tegen deze tijd volgend jaar zal ik weten hoe het nu echt is gegaan met de energie-opbrengst in 2021.

Het is verleidelijk om nog een of twee paneelsystemen toe te voegen; de omvormers zijn zelfs voorzien van wisselstroomaansluitingen om meerdere systemen aan elkaar te koppelen. In Duitsland zou dit het vermogen van de installatie boven de 600 W brengen en het noodzakelijk maken een beroep te doen op een installateur en onvermijdelijk meer papierwerk. In elk geval moet je voor elke installatie van een balkoncentrale de netwerkbeheerder inlichten, die zal langskomen en controleren of de bestaande elektriciteitsmeter compatibel is (ten minste voorzien van een terugloopblokkering). Je zult sowieso niet zo veel profijt hebben van een groter systeem, omdat het overschot aan stroom van deze eenvoudige installaties - die de opgewekte energie voor de terugleververgoeding niet meten - gewoon aan het net wordt gedoneerd. ◀

210326-03

Een bijdrage van:

Idee en tekst: Dr. Thomas Scherer

Redacteur: Jens Nickel

Lay-out: Harmen Heida

Vertaler: Jan Mulder

Vragen of opmerkingen?

Heb je technische vragen of opmerkingen bij dit artikel? Stuur dan een e-mail aan de redactie van Elektor: editor@elektor.com.



Figuur 10: Helemaal klaar, de zonnepanelen passen in het geheel en vallen niet erg op.



WEBLINKS

- [1] Zonne-energie voor maairobots, ElektorMag 7-8/2021: www.elektormagazine.nl/200553-03
- [2] EU-zonnestreringskaart: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- [3] Zonne-energieprojecten bij Elektor: www.elektormagazine.nl/search?query=solar
- [4] Zoek je netbeheerder in het VK: www.ssen.co.uk/Whosmynetworkoperator
- [5] Check het planningsportaal van het VK: www.planningportal.co.uk/info/200130/common_projects/51/solar_panels
- [6] Duits nutsbedrijvenregister: www.marktstammdatenregister.de