

Vechten voor of tegen Windmolens

Studiegroepje D66-Bronckhorst* – juni 2017

* Joke Regouw, Cees Kraakman, JW Drijver - www.studiegroepje-d66-bronckhorst.nl



Windmolens. Ze zijn niet meer weg te denken. Overal in Nederland zijn ze te zien: op zee, langs de kust, langs het IJsselmeer. En in Duitsland lijkt elk dorp wel zijn eigen parkje te hebben. En dan nu de Achterhoek: hier zijn we nog altijd wat terughoudend. Is dat wel terecht? Zo vroeg het D66-studiegroepje uit Bronckhorst zich af. Als we de vermindering van de opwarming van de aarde serieus nemen, zijn wij dan ook niet aan zet? Nederland heeft verdragen gesloten, laatstelijk het klimaatverdrag van Parijs. Dichter bij huis heeft ook de Achterhoek gezegd: we moeten naar energieneutraliteit. Graag al in 2030, zie appendix I. Over 13 jaar is het al zover!



We vroegen ons af of je met massale isolatie van woningen en zonnepanelen niet al een heel eind komt. Op daken van huizen en van de gigantische nieuwe stallen; in zonneparken, zoals in Hengelo (gld) of op de plek waar eens varkensschuren stonden. Want ja, ook wij vinden dat de CO₂-uitstoot naar beneden moet opdat de opwarming van de aarde geremd wordt. Daar kunnen we tenminste zelf wat aan doen. Maar ja, die windmolens. Mooi vinden we ze niet en ze roepen nogal weerstand op. Kunnen ze niet wat kleiner? Kunnen we geen stroom vanuit de Noordzee hierheen transporteren?

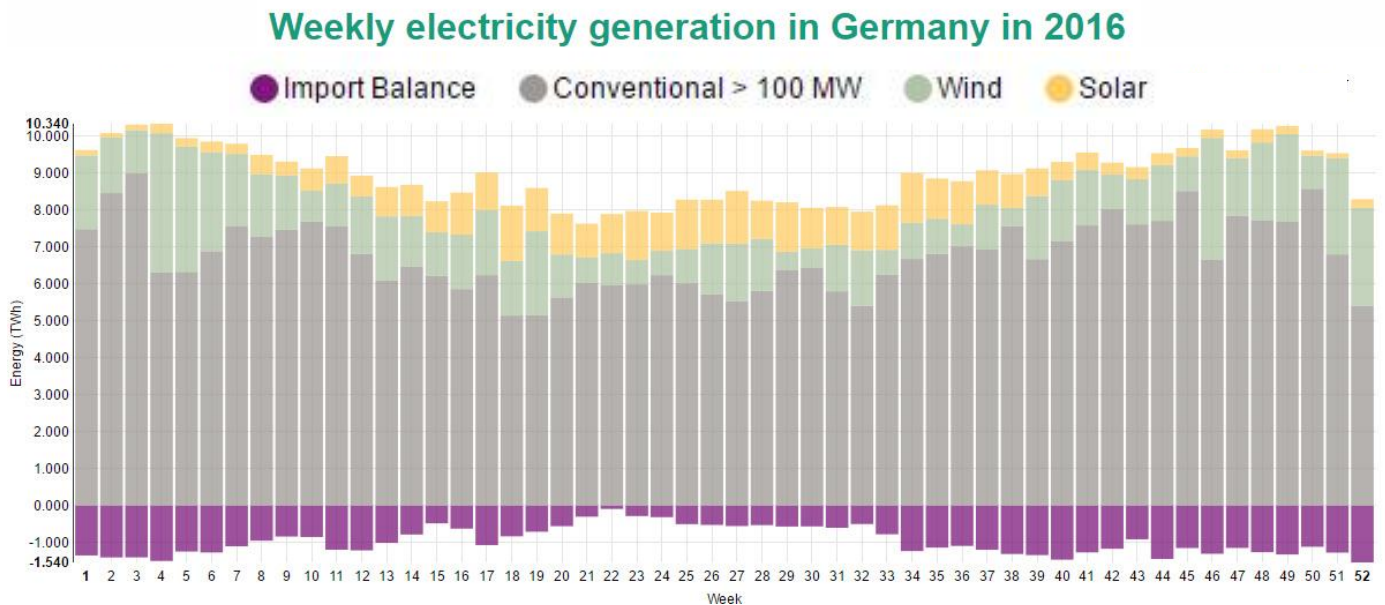
We gingen aan de studie en kwamen al snel op onze eerste bevindingen:

- 1 Zonnepanelen zijn prima voor als de zon schijnt, maar 's avonds, 's nachts en in de wintertijd heb je er niet zoveel aan.
- 2 Windmolens zijn op dit moment het enige reële alternatief voor zonarme tijden.
- 3 De opslag van energie - tijdelijk te veel zonne- of windenergie of andersom als reserve voor een tekortsituatie - is noodzakelijk als derde in de rij.

Op de windmolens gaan we het meest uitgebreid in. We hebben vooral gekeken wat mogelijke bezwaren tegen plaatsing hier zijn en hoe daaraan tegemoet te komen. Zo vinden wij dat de molens absoluut niet in een natuurpark of nationaal landschap thuis horen. Maar we stuiten ook op de opinie van Vogelbescherming Nederland. Die geen tegenstander van windenergie is, omdat op den duur ook voor vogels de gevolgen van opwarming van de aarde schadelijker zijn dan botsingen met windmolens. We maken ook een uitstapje naar andere alternatieve energiebronnen en tonen aan dat ze geen reële optie zijn. Lees vooral verder.

Elektrische energie nu

Duurzaam gewonnen elektriciteit komt in Nederland van zon en wind. Andere vormen dragen verwaarloosbaar bij (waterkracht), zijn te duur (getijden- en golfenergie) of nog volkomen in het researchstadium ('blauwe energie' bijvoorbeeld). Conventioneel wordt elektriciteit gewonnen uit minerale brandstoffen (kolen, olie, gas, uranium). Onze oosterburen zijn verder dan wij met de transitie van conventioneel naar duurzaam. Goed om eens te kijken hoe de situatie zich daar ontwikkelt. Het diagram hieronder laat de elektriciteitsproductie in Duitsland zien, per week, over heel 2016*¹.



We zien hoeveel invloed het seizoen heeft op de opbrengst van **zonne**- en **wind**energie. In de toekomst zal de **conventionele** elektriciteitsproductie wegvallen en de **import** ook uit **zon** en **wind** bestaan. Het diagram toont zonneklaar dat we met alleen **zonne**-energie het jaar niet doorkomen. **Wind**energie is hard nodig om de winterdip van de **zonne**-energie op te vangen. Wat uit het diagram maar gedeeltelijk blijkt, is het grillige karakter van het duurzame energieaanbod.

Buffering van energie

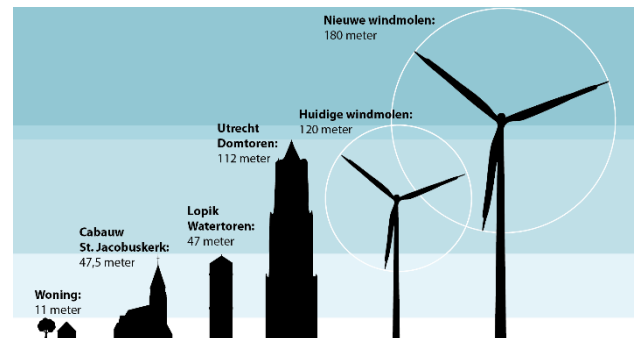
Het diagram illustreert ook de noodzaak van energiebuffering (opslag) om die wisselingen op te vangen. Voor zonne-energie is minstens 24-uurs buffering noodzakelijk om de nacht door te komen. Maar we zien ook dat buffering op een schaal van weken noodzakelijk is om de continuïteit van de elektriciteitsproductie te garanderen. Op dit moment (2017) worden fluctuaties in het energieaanbod van zon en wind opgevangen door het bij- of afschakelen van conventionele centrales en door energieopslag in Noorse stuwmeren. Idem bij de fluctuaties in de energievraag! Dit bij- en afschakelen leidt tot een veel lager rendement van de betreffende centrales, dus tot extra CO₂-uitstoot die zelfs de CO₂-reductie van de windmolens deels tenietdoet*². We zullen zo snel mogelijk alternatieven moeten vinden voor die conventionele centrales. Wat het diagram niet toont, zijn de snelle fluctuaties in zowel vraag als aanbod die zelfs op minutenschaal aanwezig zijn.

De noodzaak van sterke uitbreiding van energieopslag is evident, zowel voor balanceren van snelle fluctuaties ('piek scheren'), opvang van dag/nacht cyclus en seizoenswisselingen. Dit vraagt echt om een landelijke, zelfs internationale aanpak. Voor de Achterhoek kan een belangrijke rol zijn weggelegd voor biogas, de toekomstige vervanger van aardgas. Maar dan niet voor verwarmings- of kookdoeleinden maar als energiebuffer voor de elektriciteitsvoorziening.

Op het *biogas* komen we hieronder nog terug. En in appendix II is meer te vinden over energiebuffering en wat daarmee samenhangt.

Alternatieven voor grote windmolens?

De zon levert in principe zoveel energie dat het wereldjaarverbruik daarmee zeer ruimschoots via zonnecellen kan worden gedekt. Hetzelfde geldt voor ons land, hoewel de omstandigheden hier natuurlijk veel ongunstiger zijn dan bijvoorbeeld in de Sahara. Vooral de winterdip in zonne-energie maakt, dat we ook de wind nodig hebben voor de continuïteit in onze energievoorziening. Moet dat in de vorm van grote windmolens van meer dan 100 m hoogte of kan het ook op huis-tuin-en-keuken schaal?



De populariteit van zonnecellen berust naast de goede prijs/opbrengst verhouding ook op de kleinschaligheid waarmee ze kunnen worden toegepast. Het dakoppervlak van een goed geïsoleerd huis is voldoende om te kunnen voorzien in de elektriciteitsbehoefte van de bewoners, zo'n 5000 kWh per jaar, met een gemiddeld vermogen van zo'n 0,5 kW. Voor windenergie is de situatie heel anders.

Kleine windmolens in de maat die volstaan voor één woning blijken niet alleen per geleverde kWh veel duurder te zijn dan zonnecellen, maar bovendien bij de constructie meer energie te kosten dan ze in hun levensduur ooit zullen opbrengen*³. Als voorbeeld nemen we de windboom (Arbre à Vent) die recentelijk op Facebook de ronde deed. Die kost per stuk € 45.000 met een nominaal vermogen van 4 kW. De voorziene jaaropbrengst bedraagt 2400 kWh, omgerekend zo'n € 450,-. De terugverdientijd is dus > 100 jaar. Het bedrijf heeft in 2016 surseance van betaling aangevraagd*⁴.



Te land, ter zee of in de lucht?

We concluderen dus dat alleen grootschalige winning van windenergie mogelijk is. Bij de toepassing van windmolens te land en ter zee zien we een duidelijke ontwikkeling van één type molen naar steeds toenemende grootte en vermogen. Momenteel gaan de ontwerpen tot een totale hoogte van 220 m en een vermogen van 10 MW. Nieuwe ontwikkelingen, zie bijvoorbeeld*⁵, zijn nooit uitgesloten. De kostprijs voor de opgewekte elektriciteit is nog steeds dalende*⁶. De laatste biedingen voor off-shore windparken komen neer op € 0,05 per opgewekte kWh. Daar komt nog wel zo'n € 0,02 bij op voor het transport naar land, dat door Tennet wordt verzorgd. Vergelijk je dat met de

algemeen aanvaarde € 0,04 voor een kolencentrale, dan lijkt die laatste nog steeds voordeliger. Maar 'vergeten' zijn dan de maatschappelijke kosten voor de bestrijding van de klimaatverandering: die worden geschat op € 0,10. Plaatsing van windmolens te land heeft als voordelen goedkopere plaatsing en onderhoud; bovendien minder transportkosten van elektriciteit. Het ruimtebeslag is zeer gering omdat agrarische



activiteiten gewoon door kunnen gaan onder de molens. Als nadelen worden genoemd de optredende horizonvervuiling, overlast door geluid en slagschaduw, gevaar voor vogels en waardedaling van onroerend goed. Er bestaan voorschriften over plaatsing niet te dicht bij elektriciteitsmasten, bij wegen, onder laagvlieg routes. Een en ander afwegende, kiezen wij ervoor om de windmolens die nodig zijn voor de Achterhoekse energievoorziening ook in de Achterhoek te bouwen. We gaan hieronder verder op een en ander in.

Over 'in de lucht': wijlen Wubbo Ockels bedacht een systeem om met behulp van grote vliegers windenergie te genereren - het kitepower*⁷ project. Maar de ontwikkeling ervan staat nog in de kinderschoenen en er is nog geen zicht op grootschalige toepassing.

Plaatsing van windmolens te land

Over de regelgeving omtrent windmolens te land is veel informatie te vinden op de overheidsstek windenergie.nl*⁸. In de Achterhoek hebben we speciaal te maken met de provincie Gelderland, die in haar Omgevingsvisie*⁹ onder andere haar regels over windmolens plaatst. Enkele punten die voor de afweging van wel of niet plaatsen van windmolens van belang zijn:

- Geluid van windturbines mag overdag de geluidsnorm van 47 dB(A) niet overschrijden op de gevel van woonhuizen e.d. als jaarlijks gemiddelde. 's Nachts geldt 41 dB(A). Het zijn dezelfde normen als gelden voor het wegverkeer.
- In de buurt van een windmolen kan een (bewegende) schaduw ontstaan. Deze 'slagschaduw' kan hinder veroorzaken als de turbine te dicht bij het huis staat. Er mag niet meer dan 340 minuten per jaar, en maximaal 64 dagen per jaar, slagschaduw optreden. In bepaalde gevallen zal een stilstandvoorziening moeten worden getroffen.
- Het combineren van windturbines met andere, intensieve functies in een gebied heeft de voorkeur van de provincie: combinatie met infrastructuur (wegen en railverbindingen); met regionale bedrijventerreinen; met intensiveringsgebieden glastuinbouw; met agrarische productielandschappen; met andere windparken.
- In deze gebieden gelden wettelijke beperkingen: niet onder laagvliegroutes; op enige afstand van hoogspanningsleidingen, buisleidingen, spoorwegen, rijkswegen; niet in bebouwde kommen, met uitzondering van bedrijventerreinen; niet bij luchthavens en omliggende zone.

Als bezwaren tegen de plaatsing van windmolens, aangevuld met een korte tegenwerping, noteren we het volgende:

- 1 horizonvervuiling: minimaliseer dat door niet in natuurparken enzovoort te plaatsen.
- 2 lawaai: plaatsing meer dan 500 meter van een woning, een loofbos in de buurt dempt het geluid, verkeergeluiden laten het lawaai als het ware wegvallen.
- 3 slagschaduw: bij risico op hinder bij laagstaande zon de molen korte tijd stilzetten.
- 4 gezondheidsklachten, onder andere door laagfrequent geluid: daar is geen wetenschappelijk bewijs voor, maar neem klachten van ongeruste mensen wel serieus.
- 5 vogels: schijnen te wennen aan de molens; inventariseer wel hun vliegroutes; de Vogelbescherming*¹⁰ is vóór de molens omdat de schade door opwarming van de aarde nog veel groter is.
- 6 te duur: langzamerhand achterhaald; liever een alternatief maar alle beetjes helpen en alternatieven zijn handig als terugvaloptie.
- 7 waardedaling huizen*¹¹: compenseer en laat de omgeving meeprofitieren.

Om de procedures omtrent plaatsing van windmolens te versnellen, raden we twee zaken aan:

- a Laat de omwonenden meedelen in de opbrengst van de windmolen(s) in natura (levering elektriciteit) of met een financiële vergoeding (persoonlijk of buurtgericht). Sta als overheid positief tegenover lokale initiatieven zoals energiecoöperaties.
- b Stel een onafhankelijk tussenpersoon als bemiddelaar aan tussen partijen, indien plannen op weerstand stuiten. Deze moet voldoende bevoegdheden hebben om partijen te horen en knopen door te hakken. Dit laat onverlet dat burgers in het kader van een bestemmingsplanprocedure altijd een beroep op de rechter kunnen doen.

Biogas

Vanwege het wisselende aanbod van wind- en zonne-energie is grootschalige energiebuffering noodzakelijk. Biogas is hier een sterke kandidaat voor. Door de veeteelt ontstaat veel methaangas (CH₄) dat een sterk broeikasgas is, op de lange duur zelfs 20× sterker dan CO₂. Minder vlees eten is een optie die maar langzaam aan terrein zal winnen. Het is daarom 19× milieuwinst wanneer we de methaan opvangen en als biogas verbranden. Dat lukt alleen maar met de mest die het vee op stal produceert, via mestvergisting. Maar zelfs bij bioboeren staat het vee - gezien over het hele jaar - meestentijds op stal. Een korte berekening (appendix III) laat zien dat de Achterhoek hiermee voldoende biogas kan produceren.

Vergisting van alleen mest blijkt moeizaam te verlopen. Door toevoegen van ander organisch afvalmateriaal - de zogenaamde covergisting - loopt het proces veel beter*¹². Biomassa kan veel beter hiervoor worden ingezet en niet voor verbranding. Na vergisting moet het ruwe biogas nog nabewerkt worden om het op aardgaskwaliteit te brengen. Zoals hierboven al gezegd, is dit gas niet bedoeld voor verwarmings- of kookdoeleinden maar als energiebuffer voor de elektriciteitsvoorziening. Huidige op gas draaiende STEG-centrales*^{13/14} halen een rendement van 60% (met stadsverwarming erbij 80%) en kunnen relatief snel aan- en afschakelen. De beoogde 100×10⁶ m³ biogas in 2030 komt, omgezet in elektrische energie, overeen met 540 GWh en is dus van dezelfde orde van grootte als de beoogde pv- en windenergie samen. En dus zeer geschikt voor de overbrugging van zon- en/of windarme periodes. Een gasinfrastructuur is al aanwezig vanwege ons aardgasverleden. Wel moet nog goed worden gekeken hoe de opslag van grote hoeveelheden gas het beste kan worden verwezenlijkt.



Conclusies

- 1 Naast zonnecellen zijn windmolens nodig om in de toekomst de energievoorziening van de Achterhoek het jaar rond veilig te stellen.
- 2 Die windmolens kunnen beter in de Achterhoek geplaatst worden dan ergens op zee. Daarbij spelen hogere transport-, aanleg- en onderhoudskosten een rol.
- 3 Plaatsing moet geschieden in overeenstemming met de provinciale richtlijnen en in overleg en/of samenwerking met de omwonenden. Stel een onafhankelijk bemiddelaar in om bij conflicten de plooiën glad te strijken.
- 4 Vergisting van mest tot biogas draagt bij tot een beperking van broeikasgassen. Maar bovenal is een ruime beschikbaarheid en grootschalige opslag van biogas noodzakelijk om te kunnen zorgen voor de leveringscontinuïteit van elektriciteit.
- 5 Bij zonnecellen kan de subsidie op teruglevering van elektriciteit - na afloop van de huidige regeling - vervangen worden door subsidie op de plaatsing van lokale accu's voor het overbruggen van de dag-nacht-cyclus.

Er moet nog veel water door de IJssel stromen eer de vereiste infrastructuur voor zonnecellen, windmolens én de energiebuffering in accu's en biogas er is, maar onmogelijk is het zeker niet.

Referenties

*1 www.energy-charts.de/energy.htm

*2 www.clepair.net/windbesparing.html

*3 <https://decorrespondent.nl/4256/factcheck-windmolens-kosten-meer-energie-dan-ze-opleveren-en-helpen-het-klimaat-niet/728433879712-0e9f2e84>

*4 www.ouest-france.fr/bretagne/tregueux-22950/start-new-wind-createur-de-l-arbre-vent-en-liquidation-judiciaire4872082

*5 www.megawindforce.com

- *6 <https://decorrespondent.nl/4222/factcheck-windmolens-draaien-op-subsidie/722614624094-182177b3>
 *7 www.kitepower.nl/
 *8 www.windenergie.nl
 *9 www.gelderland.nl/omgevingsvisie
 *10 www.vogelbescherming.nl/over-ons/standpunten/standpunt-windenergie
 *11 www.volkskrant.nl/economie/hoe-dichter-bij-windmolens-hoe-meer-de-huizenprijs-daalt~a4284802/
 *12 <http://duurzaammb.nl/tips/tip/728/vergistings-en-co-vergistings/>
 *13 https://nl.wikipedia.org/wiki/Stoom-_en_gascentrale
 *14 www.corporate.siemens.nl/nl/pers-nieuws/1823.htm

Appendix I

Energie in de Achterhoek 2009-2030

Op 27 november 2013 ondertekenden*^a acht Achterhoekse gemeenten het ‘Akkoord van Groenlo 2013’. Daarin verklaren ze “te streven naar een energieneutrale Achterhoek in 2030 door inzet op grootschalige energiebesparing en productie van hernieuwbare energie”. Dit is nog eens bevestigd in een conceptnota*^b uit 2015 ‘Energietransitienota Duurzame Energie Achterhoek’. De basis van deze plannen wordt steeds gevonden in ‘Local Action Plan of Regio Achterhoek’ (LAP*^c) uit 2012. De harde kern van het LAP is te vinden op de bladzijden 11 en 12: de situatie in de Achterhoek nu (2009) en de doelen van 2030. Het jaarlijks gasverbruik van $234 \times 10^6 \text{ m}^3$ (aardgas) moet worden teruggedrongen tot $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ (biogas), en de elektraverbruik moet van $1132 \times 10^6 \text{ kWh}$ terug naar $626 \times 10^6 \text{ kWh}$. Uitgesplitst naar warmte- en elektriciteitsproductie:

Table 3 Renewable heat targets for 2030

Renewable heat production	million m ³ natural gas equivalent	TJ	% renewable heat	Carbon savings (ktonne CO ₂ /year)
Biogas	100	3165	43%	178
Solid biomass	24	760	10%	43
Solar thermal	13	426	6%	24
Heat pumps and storage	12	373	5%	21
Total Achterhoek	149	4724	64%	265

Table 3 shows that biogas is the main source of renewable heat. Part of this biogas could also be used for electricity production instead of biogas and green gas for heat. Locally available solid biomass is the next important option. In total renewable heat could replace 64 % of the fossil heat demand in the Achterhoek (provided that also 40% energy savings on natural gas use are realized).

Table 4 Renewable electricity targets for 2030

Renewable electricity production	GWh	TJ	% renewable electricity	Carbon savings (ktonne CO ₂ /year)
Solar PV	325	1170	29%	163
Wind	275	990	24%	138
Biomass	25	90	2%	13
Hydropower	1.4	5	0.1%	1
Total Achterhoek	626	2255	55%	313

Table 4 shows that the targets for electricity are for a large part dependent on solar PV systems that are installed at households, on roofs of companies/institutes and on idle land. These could include solar panels owned by households that rent space on roofs of companies and institutes. This option is realistic when remote balancing of electricity metering is allowed. 50 wind mills of 2.5 MW can deliver the target amounts of wind electricity. The contribution of biomass is low as only biomass from within the Achterhoek region is considered. The local sources can provide 55% renewable electricity in 2030 provided that the energy saving targets are also met.

Om in 2030 100% duurzame energie te bereiken, moet er dus volgens tabel 3 36% warmte worden ‘gewonnen’ uit besparing. Dit moet (en kan) door vergaande isolatie van de gebouwde omgeving. Stilzwijgend wordt er van uitgegaan dat er intussen geen stijging van de warmtevraag plaatsvindt. In 2012 bijvoorbeeld*^b was het gasverbruik $472 \times 10^6 \text{ m}^3$. Het zal een hele opgave zijn om jaarlijks $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ biogas te produceren. Maar biogas heeft een eigen belang, waarover straks meer. Problematisch is, dat er volgens tabel 4 voor 45% op elektriciteit bespaard moet worden; dat lijkt geen haalbare zaak. In 2012 bijvoorbeeld*² was het jaarlijkse verbruik al $1497 \times 10^6 \text{ kWh}$. De doelen van het LAP omtrent elektriciteitsproductie zijn te krap om in 2030 tot energieneutraliteit te komen!

Referenties

*a www.agem.nu/wp-content/uploads/2013/10/index.html

*b www.oostgelre.nl/bestand/energietransitienota-duurzame-energie-achterhoek

*c www.achterhoek2020.nl/wp-content/uploads/2013/11/Local-Action-Plan-Regio-Achterhoek_5-Oct-2012-v2.pdf

Appendix II

Mogelijkheden van energieopslag

- **Stuwmeren** Het gebruik daarvan werd hierboven al genoemd. Via een directe onderzeese kabel wordt Nederlandse overtollige elektrische energie met een maximaal vermogen van 0,700 GW opgeslagen in stuwmeren in Noorwegen, tot maximaal 15.000 GWh. Maar van die stuwmeren maken ook andere landen gebruik. De jaarproductie in Nederland bedraagt omtrent 120.000 GWh met een gemiddeld vermogen van (dus) 14 GW. Het plan Lieveuse (1981, stuwmeer in het Markermeer) voorzag in de opslag van 100 GWh. Wanneer dat het hele Nederlandse vermogen zou moeten opvangen, is het meer (dus) in 7 uur leeg. Energieopslag in stuwmeren biedt dus een bufferoplossing op een termijn van enkele uren. Het rendement van deze oplossing is zo’n 85%. Deze manier van opslag eist fikse investeringen maar is op landelijke schaal uitvoerbaar.
-
- **Accu’s** Voor het overbruggen van de dag-nacht-cyclus van zonnecellen (pv) worden lithium-ion batterijen voorgesteld, dezelfde die gebruikt worden in elektrische auto’s. Het opslagrendement van deze batterijen is zo’n 90% en qua grondstoffen zijn ze geschikt voor recycling. Momenteel wordt in Nederland het overtollige pv-vermogen teruggeleverd aan het openbare elektriciteitsnet (‘saldering’) maar dat loopt met de grote toename van het geïnstalleerde pv-vermogen tegen de grens van de mogelijkheden aan. Er moeten immers conventionele centrales worden af- en bijgeschakeld om de salderingspieken en -dalen op te vangen, hetgeen leidt tot veel extra CO₂ uitstoot (zie hierboven). Tesla propageert lokale opslag met het aanbieden van een batterij*^a voor 15 k€ en een levensduur van 10 jaar. Met de geleverde 25 kWh is één nacht van een huishouden te overbruggen. Maar zolang de overtollige pv-energie via de salderingsregeling gratis in het net kan worden opgeslagen, is dit aanbod voor de particulier natuurlijk geen optie.
-
- **Smart Grid** Fijnregeling van het net (‘smart grid’) via ‘the internet of things’ zal ook nodig zijn. Dat betekent dat regeling ook aan de gebruikerskant zal moeten plaatsvinden, met bijvoorbeeld het opladen van auto’s en het starten van wasmachines op tijdstippen van hoog elektriciteitsaanbod. Eneco neemt hier alvast een voorschot op met zijn ‘Crowdnett’-actie*^b: levering van een

Tesla-batterij met een jaarlijkse vergoeding voor het gebruik van 30% daarvan voor netstabilisatie. Accu's kunnen tot willekeurig grote eenheden worden gebundeld. Ze zijn dus ook geschikt om grootschalig in het elektriciteitsnet in te zetten voor kortdurende opslag ('piekscheren')^{*c}, maar weer te kostbaar voor langdurige opslag als in stuwmeren.

- **Vliegwheels** In 2015 is een start-up (Velkess^{*d}) gestopt die beoogde om een vliegwielopslag voor thuis te maken met ruwweg dezelfde specificaties en prijs als de Li-ion batterij. Voordeel van een vliegwiel is de onbeperkte levensduur en het grote uit te wisselen vermogen. Ze worden daarom al wel ingezet voor piekscheren in het elektriciteitsnet^{*e,f,g}.
- **Opslag in gas** Nederland heeft sinds 1965 voor een flink stuk gedraaid op aardgas. De daarmee gepaard gaande stijging van het CO₂-gehalte in de atmosfeer leidt echter tot een broeikaseffect dat een absoluut halt toeroept aan elk gebruik van minerale brandstoffen. Maar gas kan ook worden gemaakt met behulp van elektriciteit. Dan is er geen sprake van een verhoging van het CO₂-gehalte van de atmosfeer. Het kan gaan om de productie van waterstofgas (H₂) of ammoniak (NH₃)^{*h}, die bij verbranding alleen water (H₂O) of water en stikstof (N₂) opleveren, of om de productie van methaan (CH₄, aardgas) waarvoor precies evenveel CO₂ nodig is als er bij de verbranding vrijkomt. Helaas is het overall rendement voorlopig laag (40%)^{*i}. Een groot voordeel van gas is het vrijwel verliesvrije vervoer door pijpleidingen en de mogelijkheid van langdurige opslag, bijvoorbeeld ondergronds.
- **Anders** Er zijn nog andere manieren van energieopslag in onderzoek, bijvoorbeeld met samengeperste lucht of met smeltwarmte, ... Maar die moeten eerst nog maar goed uitgezocht worden.

Referenties

- *a https://www.tesla.com/nl_NL/powerwall
- *b <https://www.eneco.nl/actie/crowdnett/>
- *c <http://amberkinetics.com/>
- *d <http://kinetictraction.com/flywheel-energy-storage-grid-applications/>
- *e <http://beaconpower.com/>
- *f <http://www.duurzaambedrijfsleven.nl/energie/22151/>
- *g <http://www.velkess.com/letter.html>
- *h <http://www.wattisduurzaam.nl/5851/energie-opwekken/fossiel/>
- *i https://en.wikipedia.org/wiki/Power_to_gas/

Appendix III

Productie van biogas

Volgens de Energietransitienota Achterhoek^{*a} moet in 2030 het jaarlijks gasverbruik van 472×10^6 m³ (aardgas, 2012) moet worden teruggedrongen tot 100×10^6 m³ (biogas) door isolatiemaatregelen en inzetten van vaste biomassa, zonnecollectoren en warmtepompen. Vanwege de duurzaamheid moet biogas het aardgas geheel vervangen. Op het moment is volgens de LAP-nota^{*b} de jaarproductie 12×10^6 m³ biogas door de vergisters van het waterschap. Een ruwe schatting van de vergisting uit mest. Er zijn ca. 250.000 koeien in de Achterhoek (CBS) die per koe na mestvergisting 2 m³ per dag biogas kunnen maken^{*c/d}. En 900.000 varkens (CBS). Per jaar kan dit 90×10^6 m³ biogas opleveren, de vereiste orde van grootte dus!

Referenties

- *a www.oostgelre.nl/bestand/energietransitienota-duurzame-energie-achterhoek
- *b www.achterhoek2020.nl/wp-content/uploads/2013/11/Local-Action-Plan-Regio-Achterhoek_5-Oct-2012-v2.pdf
- *c www.duurzaamnieuws.nl/biogas-uit-mestvergisting-zou-zoden-aan-de-dijk-kunnen-zetten/
- *d Thuis in Energie, Otto Willemsen, blz.54