

BIJLAGE G

RES Foodvalley 1.0

Potentie alternatieve technieken en innovaties

1. Verder kijken dan 2030

De doelstelling uit het Klimaatakkoord voor het opwekken van duurzame elektriciteit op land is 35 TWh in 2030. In de praktijk houdt dit in: het duurzaam opwekken van elektriciteit met wind- en zonne-energie. Andere technieken zijn op dit moment nog onvoldoende bewezen of ontwikkeld, waardoor de (grootschalige) realisatie van deze technieken voor 2030 niet haalbaar is.

Dat neemt niet weg dat er op iets langere termijn potentie is voor alternatieve duurzame bronnen en energiedragers die kunnen bijdragen aan de reductie van CO₂ en andere broeikasgassen. We kunnen de RES naar eigen inzicht verbreden en andere technologieën meenemen in de RES. Zo laten we zien dat onze topregio innovatie en integraliteit in de energievoorziening wil stimuleren.

Er wordt uiteraard ook geïnnoveerd in de bestaande technologieën die wél meetellen in het RES-bod van de regio: wind- en zonne-energie. Om rekening te houden met deze ontwikkelingen, wordt de RES elke twee jaar herijkt naar de laatste stand van de techniek. Als technieken sneller dan verwacht een significante bijdrage kunnen leveren, kunnen we deze in een latere RES meenemen.

In de periode tot de RES 2.0 volgen we deze innovaties en blijven we monitoren welke kansen er zijn voor de inzet van:

- Waterkracht.
- Kernenergie, thorium.
- Waterstof.
- Superkritische watervergassing.
- Biomassa en biogas.
- (Ultradiepe) geothermie (UDG).
- Aquathermie uit oppervlaktewater, afvalwater en drinkwater (TEO, TEA en TED).

2. Innovatie in bestaande technologieën

De ontwikkelingen in zonnepanelen en windturbines volgen elkaar in hoog tempo op. Hierdoor worden zonnepanelen en windturbines steeds efficiënter. Naar verwachting zijn er van beide minder nodig in de toekomst om hetzelfde vermogen te realiseren.

Ontwikkelingen in windturbines

Voor windturbines geldt dat de ashoogte en de omvang van de wieken bepalend is voor de omvang van de productie. De trend in de ontwikkeling van windturbines is daarom ook dat ze groter worden. De volgende stelregel is toe te passen: *2 x grotere wieken = 4 x meer energie*. Voor windenergie wordt op dit moment gerekend met grootschalige windturbines met een verschillend vermogen. De voorbije jaren zijn veel turbines gerealiseerd met een tiphoogte van gemiddeld 180 meter hoog en een vermogen van 3,6 MW. De tiphoogte is het hoogste punt dat de wiek van de turbine bereikt. In recente vergunningen wordt steeds vaker ingezet op windturbines met een vermogen van 5,6 MW.

Daarnaast zijn er windmolens met een veel kleiner vermogen. De masthoogte daarvan varieert tussen 15 (boerderijmolens) en 35 meter (buurtmolens). Gemiddeld genomen staat 1 windturbine van 5,6 MW gelijk aan 2 windturbines van 3,6 MW, en aan 400 boerderijmolens.

Ontwikkelingen in zonnepanelen

Bij zonnepanelen is de ontwikkelingstrend een hogere efficiëntie en een verandering in oriëntatie ten opzichte van de zon. Deze twee ontwikkelingen versterken elkaar. Het beeld van het standaard zonnepaneel is dat van een schuin liggend paneel op dak of op land, georiënteerd op het zuiden. Dit was nodig om een zo hoog mogelijke efficiëntie en energieopbrengst te realiseren. Tegenwoordig zijn er echter ook panelen die bifaciaal werken. Dit betekent dat ze aan beide zijden van het paneel energie kunnen opwekken. Hierdoor is de opbrengst van de panelen zo'n 10-30% hoger. Ook wordt het mogelijk om zonnepanelen verticaal in te zetten waardoor ze een kleiner ruimtebeslag hebben.

Steeds vaker wordt bovendien gekozen voor een oost-west oriëntatie van zonnepanelen. Dit heeft voordelen voor de netaansluiting omdat in piekuren, zuidgeoriënteerde zonnepanelen zo veel opbrengen dat het net de opbrengst niet kan verwerken. Dan worden de panelen afgeschakeld ('curtailment'). Een oost-west oriëntatie heeft een lagere piek en spreidt de opbrengst beter over de dag waardoor het net de opbrengst altijd kan verwerken.

Daarnaast zijn er ontwikkelingen op het gebied van drijvende zonnepanelen. Door het verkoelend effect van water, is het rendement van zonnepanelen op water over het algemeen hoger dan het rendement van zonnepanelen op land.

Tenslotte zijn er ook rijdende zonnepanelen in ontwikkeling. Het idee is dat de panelen zelfstandig over de akkers gaan rijden. Er wordt zonne-energie opgewekt en overtollige zonne-energie wordt direct omgezet in waterstof. Hiermee worden voedselakkers dubbel ingezet, zonder overbelasting van het energienet en de landbouwgrond.

Ontwikkelingen in de combinatie van zonnevelden en windparken

In de ontwikkeling van zonne- en windparken zijn er ook ontwikkelingen om de (kosten)efficiëntie te verhogen. Bij zonneparken wordt er steeds meer gekeken naar cable pooling. Dat houdt in dat meerdere parken op een kabel aangesloten. Hierdoor kunnen de kosten van de aansluiting worden verdeeld. Daarnaast is er een trend zichtbaar waarbij zonneparken en windparken bij elkaar worden geplaatst. Wind en zon vullen elkaar aan bij het opwekken van elektriciteit. De combinatie van beiden, betekent een efficiënter gebruik van het net van 30% tot 40%. In plaats van twee kabels aan te leggen voor een zonnepark én een windpark kunnen beide parken (zon en wind) op dezelfde kabel worden aangesloten. Daarom heeft het combineren van zon en wind de voorkeur.

3. Alternatieve technologieën

Naast zon en wind zijn er verschillende technologieën in verschillende stadia van ontwikkeling. Deze technologieën kunnen naar verwachting zeker een bijdrage leveren op langere termijn. Voor de afweging of alternatieve technologieën ook al substantieel kunnen bijdragen aan de doelen in 2030 wordt gekeken naar drie criteria:

- Bijdrage aan de hernieuwbare doelen;
- Schaalbaar tot 2030;
- Uitvoerbaar voor 2030.

In de tekst hier onder worden potentiële alternatieve technologieën beschouwd op bovenstaande criteria. Hieruit blijkt enerzijds waarom van deze technologieën niet wordt verwacht dat ze voor 2030 een significante bijdrage zullen leveren. Anderzijds blijkt welke ontwikkelingen in de verdere toekomst een stevige bijdrage kunnen leveren.

Waterkracht

Waterkracht gaat over het opwekken van energie door gebruik te maken van de beweging van water. Deze technologie is volledig hernieuwbaar en draagt bij aan de doelen. Energie uit waterkracht valt uiteen in twee varianten:

1. **Energie uit stromend water zoals bij rivieren.**
Hierbij wordt energie opgewekt door de kracht in de stroming van het water te gebruiken om een turbine aan te drijven die vervolgens hernieuwbare elektriciteit produceert.
2. **Energie uit vallend water zoals bij stuwen.**
Hierbij wordt energie opgewekt door de kracht van het water dat over een stuw naar beneden valt een turbine te laten aandrijven die vervolgens hernieuwbare elektriciteit produceert.

In Regio Foodvalley wordt de zuidgrens van de regio gevormd door de rivier de Nederrijn. Deze is voor het merendeel gestuwd waardoor de stromingssnelheid zo laag is dat energie uit stromend water niet interessant is. Wel zijn er in de regio zes kleinere stuwen aanwezig met potentie voor hernieuwbare energieopwekking uit vallend water. Echter, een onderzoek in opdracht van provincie Gelderland uit 2016 heeft aangetoond dat deze locaties elk een potentiële opbrengst van minder dan 20 kW hebben. Dit betekent dat de schaalbaarheid van waterkracht in de regio tot 2030 zeer laag is.

De verwachting is dat waterkracht in de Regio Foodvalley een zeer bescheiden rol zal spelen. Dat komt door het geringe verval en de geringe stroomsnelheid in de aanwezige wateren, zowel richting 2030 als 2050.

Kernenergie

Kernenergie (of nucleaire energie) wordt opgewekt door reacties in en tussen atoomkernen. Bij deze reacties komen grote hoeveelheden warmte vrij. Kerncentrales zetten met deze warmte water om in stoom die via turbines en generatoren in elektriciteit wordt omgezet. Bij kernenergie wordt radioactief kernafval geproduceerd. Het zo bewerken van radioactief afval dat het onschadelijk is, is technisch nog niet mogelijk. Het afval moet dus voor zeer lange termijn worden opgeslagen op een veilige locatie.

Op dit moment telt Nederland zes nucleaire installaties waarvan er één in bedrijf is als kerncentrale. Om een kerncentrale te mogen bouwen in Nederland gelden strengere veiligheidseisen. Daarnaast is de verwachting dat

de bouw van een kerncentrale in Nederland zeker tien jaar duurt. Ook zijn er zeer hoge investeringen nodig. Hierdoor is het dit moment niet reëel om te veronderstellen dat kernenergie kan bijdragen aan de regionale energieopwek in 2030. Een relevante ontwikkeling op het gebied van kernenergie zijn zogenaamde SMR-centrales (Small Modular Reactor). Vanwege de strenge veiligheids- en vergunningseisen voor kernenergie is de realisatie van een SMR-centrale voor 2030 op dit moment niet haalbaar. Richting 2050 lijken de mogelijkheden voor een dergelijke centrale beter.

Nader onderzoek naar de mogelijke bijdrage van (kleinschalige) kernenergie kan waardevol zijn. Het ligt voor de hand om dit niet als Regio Foodvalley alleen op te pakken, maar om hier op landelijk niveau naar te kijken. Daarom hebben we bij het aanbieden van de concept-RES het Rijk opgeroepen om hier korte termijn initiatief in te nemen.

In 2020 en 2021 zijn of worden diverse onderzoeken en verkenningen rondom kernenergie uitgevoerd:

- KPMG voert een marktconsultatie uit in opdracht van het Ministerie van EZK. Daarin wordt onderzocht onder welke voorwaarden marktpartijen bereid zijn te investeren in kerncentrales in Nederland, welke publieke ondersteuning daarvoor nodig is en in welke regio's er belangstelling is voor de realisering van een kerncentrale. KPMG gaat daartoe het gesprek aan met bedrijven en overheden in zowel binnen- als buitenland. ([lees hier meer](#))
- Berenschot en Kalavasta onderzochten de effecten van kernenergie op het energiesysteem van 2050 aan de hand van enkele varianten (9 maart 2020). ([lees hier meer](#))
- Op verzoek van Minister Wiebes heeft ENCO een onderzoek uitgevoerd (22 september 2020) naar de mogelijke rol van kernenergie in de energiemix en daarbij de kosten en voorwaarden van de bouw van nieuwe kerncentrales in andere landen in beeld te brengen. Het rapport van ENCO geeft een overzicht van het aandeel kernenergie in Europese landen en wereldwijd in de energiemix door bestaande en nieuwe kerncentrales. Het rapport schetst de mogelijkheden en beperkingen van kernenergie voor 2040 in Nederland. ([lees hier meer](#))

Thorium

Naast kernenergie opgewekt met uranium, kan kernenergie ook worden opgewekt met thorium als splijtstof. Thorium is eenvoudig te winnen, hoewel veel mogelijke voorraden nog ontdekt moeten worden. De huidige winbare voorraden bevinden zich voornamelijk in Australië, de Verenigde Staten en India. De thoriumreactor wordt wel eens beschouwd als veiliger voor mens en milieu - in plaats van tienduizenden jaren, blijft het radioactieve kernaafval 300 jaar gevaarlijk. Maar dit is enkel het geval als het lukt om 100% van de radioactieve stoffen te splijten. Dit is nog niet wetenschappelijk bewezen. Er moet nog veel onderzoek gedaan worden om de onzekerheden over het gebruik van thorium als energieopwekker weg te nemen. Als wordt besloten de ontwikkeling ervan te steunen, is de schatting dat er op zijn vroegst in 2050 een Europese thoriumreactor zou kunnen staan. Het is daarom niet reëel om te veronderstellen dat kernenergie opgewekt met thorium, kan bijdragen aan de regionale opwek van energie in 2030.

Waterstof (H₂)

Waterstof is geen hernieuwbare energiebron omdat er energie nodig is om waterstof te produceren. Hierdoor is de rol van waterstof in de energietransitie die van middel om energie op te slaan. Na productie met elektriciteit wordt waterstof opgeslagen, (eventueel) vervoerd en vervolgens direct gebruikt als brandstof voor mobiliteit, warmte, kracht voor de industrie of omgezet in elektriciteit. Het bestaande gasnet zou met relatief beperkte aanpassingen kunnen worden ingezet voor transport van waterstof. Bij de productie van waterstof met elektriciteit én het opwekken van elektriciteit met waterstof wordt wel energie verloren (omzettingsverlies). Waterstof kan op verschillende manieren worden geproduceerd. In het algemeen spreekt men van grijze, blauwe en groene waterstof. Grijze waterstof is geproduceerd met elektriciteit uit conventionele (niet hernieuwbare) bronnen. Wanneer de CO₂ van grijze waterstof wordt opgevangen, wordt doorgaans gesproken van blauwe waterstof. Groene waterstof is geproduceerd met elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Groene waterstof draagt dus bij aan de hernieuwbare doelen, maar grijze elektriciteit niet. Het grootste deel van de huidige waterstofproductie is grijs, daarmee is dus de bijdrage aan de hernieuwbare doelstellingen zeer beperkt. Omdat waterstof een geschikte technologie is om energie op te slaan, is groene waterstof interessant om te gebruiken als buffer in een hernieuwbaar energiesysteem. Het inzetten van waterstof in combinatie met zonne- en windparken kan de efficiëntie van het energiesysteem verhogen, door bij piek opwekmomenten groene waterstof te produceren. In dal momenten kan deze waterstof vervolgens weer in elektriciteit worden omgezet en zo balans op het elektriciteitsnetwerk garanderen. Daarnaast kan waterstof ook dienen als brandstof in de transport- en mobiliteitssector.

De bottleneck voor (groene) waterstof is op dit moment de opwekcapaciteit. De grootste productielocatie voor (groene) waterstof in Nederland heeft een vermogen van 10 MW en ambitieuze plannen voor installaties tot 3 GW in 2030. Hiermee is (groene) waterstof momenteel dus erg schaars. Het uitbreiden van de productiecapaciteit hangt sterk samen met de beschikbaarheid van hernieuwbare elektriciteit. Zonder hernieuwbare elektriciteit immers geen groene waterstof. Vanwege het kleine bestaande productievermogen en de omzettingsverliezen in de groene waterstofketen, zijn de uitvoerbaarheid en schaalbaarheid richting 2030 voor groene waterstof relatief laag.

De genoemde knelpunten voor de inzet van waterstof richting 2030 maken niet dat waterstof geen relevante optie is voor de periode na 2030. Met de verwachte groei van het aandeel hernieuwbare elektriciteit wordt waterstof richting 2050 een relevante technologie voor energieopslag, gebruik in de mobiliteitssector en op termijn voor verduurzamen van de warmtevoorziening van de gebouwde omgeving. In Hoogeveen wordt gewerkt aan een ontwerp omzetting van aardgas naar waterstof voor de verwarming van een bestaande wijk, met gebruikmaking van de bestaande gasinfrastructuur. [Lees hier het rapport.](#)

Superkritische watervergassing

Superkritische watervergassing is een innovatieve technologie die natte biomassa (afval-)stromen zoals mest, groenafval en rioolslib omzet in duurzame energie en herbruikbare grondstoffen. Deze technologie kan in potentie tegelijkertijd het mestvraagstuk aanpakken en aardgas en kunstmest produceren.

De aanleiding voor deze innovatie is het overschot aan natte mest in Nederland. Een bekende techniek is co-vergisting, maar daarvan is het omzettingsrendement laag en lastig om kostenrendabel te zijn. Bij superkritische watervergassing wordt natte biomassa op een temperatuur van minimaal 375 graden Celsius en een druk van minimaal 221 bar gebracht. Op dit punt vallen koolwaterstofverbindingen uiteen, waardoor een gasmengsel ontstaat. De output bestaat voornamelijk uit waterstof en gas (methaan). Mineralen die in de grondstof aanwezig zijn, kristalliseren door de techniek uit, waardoor deze kunnen dienen als vervanging van (kunst)mest. Via het netwerk wordt het geleverd aan industriële grootverbruikers. Momenteel wordt deze techniek (beperkt) toegepast, onderzocht en doorontwikkeld.

Bio-energie

Bio-energie is de technologie waarbij biomassa als energiebron dient en wordt omgezet in biobrandstof, elektriciteit of warmte. Dit kan respectievelijk worden ingezet op het gasnet of in gascentrales en in elektriciteitscentrales en warmtenetten. Bronnen van biomassa zijn o.a. plantmateriaal, mest, GFT, reststromen uit o.a. landbouw en bossen en slib van riool- en afvalwaterzuivering. Een deel van deze bronnen concurreert met meer hoogwaardige toepassingen. Bedrijven in de 'bio based economy' gebruiken biomassa als groene grondstof voor medicijnen, bio-plastics, chemicaliën en cosmetica. Het inzetten van biomassa als energiebron is de meest laagwaardige toepassing van biomassa. Inzet van biomassa voor energie gebeurt alleen als er geen hoogwaardiger inzet meer mogelijk is. Zo wordt er tenminste nog iets met deze biomassa wordt gedaan. Er is discussie over de duurzaamheid van sommige soorten biomassa als energiebron.¹ Minister Wiebes heeft de tweede kamer in november 2019 geïnformeerd dat biomassa klimaatneutraal kan zijn, mits aan duidelijke voorwaarden wordt voldaan, zoals herbebossing en voorkomen van ontbossing.² De Europese richtlijnen RED en RED II³ stellen duidelijke eisen aan de emissiereductie in de hele keten van biomassa, van productie tot verbranding. Het EASAC (Europese koepelorganisatie voor de wetenschap, rapport 22 aug. 2019) zegt over de duurzaamheid van energie uit verbranding van regionaal geoogst resthout, dat de inzet van dit resthout voor energie een goed idee is, gezien de (zeer) korte koolstofkringloop van resthout. Hierdoor is deze biomassa (resthout) als energiebron hernieuwbaar en CO₂-neutraal. Hiermee levert deze bio-energie een bijdrage aan de doelstellingen voor hernieuwbare energie.

Op dit moment heeft biomassa een beperkt aandeel (enkele procenten) in de energievoorziening van de regio Foodvalley. In de gemeente Ede ligt het aandeel hoger, omdat in Ede op dit moment drie middelgrote biomassacentrales staan. Het in Ede gevestigde warmtebedrijf levert inmiddels ook, op kleine schaal, warmte (uit biomassa) in Veenendaal en in Scherpenzeel. De verwachting is dat biomassacentrales in de toekomst vooral een rol hebben als piekleveranciers in warmtenetten en voor de balans op het elektriciteitsnet. Daarnaast kan biomassa worden ingezet voor warmte in de industrie en is biogas geschikt voor (zwaar) transport of als alternatief voor gas uit Groningen. Houtige biomassa passen we toe in de vorm van regionaal verkregen resthout (bijvoorbeeld snoeihout), zoals het duurzame warmtenet in Ede nu gebruikt. Biomassa draagt voor een beperkt deel bij aan een oplossing voor de energietransitie. In de RES 2.0 gaan we meer in detail de rol van biomassa in Regio Foodvalley uitwerken.

(Ultradiepe) geothermie

Bij aardwarmte wordt gebruik gemaakt van water dat diep in de bodem aanwezig is in poreuze aardlagen. Er zijn verschillende termen voor deze aardwarmte, afhankelijk van hoe diep het bronwater zit:

1. Geothermie: tussen 500 meter en 4.000 meter onder maaiveld.
2. Ultradiepe geothermie: vanaf 4.000 meter onder maaiveld.

Het principe voor elke vorm van aardwarmte is hetzelfde. Er wordt gebruik gemaakt van de warmte van het water. Hoe dieper in de aarde, hoe warmer het water is en hoe hoger de mogelijke opbrengst. Voor geothermie geldt dat de watertemperatuur, afhankelijk van de diepte, varieert tussen 20 en 120 graden Celsius. Bij ultradiepe geothermie, dieper dan 4 kilometer, kan het water een temperatuur hebben van meer dan 120 graden. Deze warmte kan onttrokken worden waardoor de temperatuur in de ondergrondse lagen afneemt. In potentie zou mogelijk 30% van de industriële warmtevraag kunnen worden voorzien door deze warmtebron. De gebouwde omgeving kan deels via warmtenetten aangesloten worden op deze energiebron. Omdat bij beide vormen van aardwarmte geen CO₂ vrijkomt, dragen beide bij aan de hernieuwbare doelstellingen.

Toch wordt niet verwacht dat (ultradiepe) geothermie voor 2030 een significante bijdrage aan de hernieuwbare doelstellingen zal leveren. Het slaan van een put is duur, tijdrovend en brengt risico's met zich mee. Alle activiteiten nodig voor een aardwarmteproject (verkennen van de ondergrond, opsporen en winnen van aardwarmte inclusief vergunningstraject,) duren jaren. Daarbij geldt dat hoe dieper je gaat, hoe minder informatie er beschikbaar is en hoe onzekerder een project.

Door de beperkte informatie, de kostbare investeringen en de lange realisatieperiode is de schaalbaarheid en de uitvoerbaarheid van deze technologie richting 2030 nog laag. De verwachting is wel dat deze technologie na 2030 een significante bijdrage gaat leveren aan de warmtevoorziening.

In de komende jaren moet blijken hoe groot deze potentie is. Op nationaal niveau lopen er diverse onderzoeken naar de ondergrond om te ontdekken waar geschikte aardlagen met water aanwezig zijn en wat hun potentie is. Op dit moment hebben twee bedrijven in de regio een opsporingsvergunning voor geothermie aangevraagd bij EZK. Dit is de eerste stap in het vergunningstraject.

Aquathermie

Bij aquathermie wordt warmte en koude gewonnen uit rioolwater (riothermie), afvalwater (TEA), drinkwater (TED) en oppervlaktewater (TEO). Door water af te koelen kan energie gewonnen worden voor warmte, en door water op te warmen kan energie onttrokken worden door afkoelen. Aquathermie kan gebruikt worden om bijvoorbeeld gebouwen te verwarmen. Er is nog veel onderzoek te doen naar onder meer de governancestructuur en de ecologische effecten van aquathermie. In Nederland vinden momenteel al enkele aquathermieprojecten plaats. STOWA, het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders, en de Unie van Waterschappen hebben een aantal onderzoeken lopen op dit gebied. Aquathermie wordt gebruikt in combinatie met een warmtenet.

4. Kansrijke alternatieven permanent monitoren en kansen benutten

Vanwege de innovatietrend in zonnepanelen en windturbines én de huidige stand van alternatieve technologieën is de verwachting dat deze technologieën vóór 2030 een bescheiden bijdrage zullen leveren. Hierdoor is de verwachting dat voor de RES wind- en zonne-energie de belangrijkste bronnen zijn voor de opwek van duurzame elektriciteit tot 2030.

Het kan altijd dat richting 2030 sommige alternatieve technologieën toch een stadium bereiken waarin een grote bijdrage aan de doelstelling verwacht kan worden. Daarom wordt de RES na de definitieve RES 1.0 elke twee jaar herijkt om de nieuwste stand van de techniek mee te kunnen nemen. Als alternatieve technologieën beter scoren op bijdrage aan de doelstellingen, schaalbaarheid en uitvoerbaarheid, kunnen ze worden opgenomen in de RES