

Energieverkenning Schiermonnikoog

gemeente
SCHIERMONNIKOOG

ekwadraat
ARCHITECTS OF THE SUSTAINABLE CHAIN

ekwadraat
ARCHITECTS OF THE SUSTAINABLE CHAIN

Energieverkenning Schiermonnikoog

Opdrachtgever

Gemeente Schiermonnikoog
Nieuwestreek 5
Postbus 20, 9166 ZP
(0519) 535050
Nina Laninga

Adviseur

Ekwadraat BV
Ynduksjewei 4
8914 CA Leeuwarden
T. 088 4000 500
info@ekwadraat.com

Colofon

Contactpersoon
Auteurs: Dirk-jan Smelt, Famke Leeuwe, Joris Kragten, Frank Kramer, Tjerk Jan Westerhuis
Versie: 1.0
Status: Eindversie
Datum: September 2023
Projectnummer: 110696

Samenvatting

De energietransitie op de Waddeneilanden resulteert in grote veranderingen op het gebied van energieverbruik. Omdat de ambitie van Schiermonnikoog is om energieneutraal te worden, zijn er stappen die gemaakt moeten worden om hieraan te voldoen die ook weer uitdagingen met zich meebrengen. Een van de belangrijkste vragen is wat deze ambitie betekent voor de bestaande wadkabels en leidingen, waarbij de voorkeursoptie is om geen extra Wadkabel aan te leggen.

Met gebruik van het Energie Transitie Model, een tool om kwantitatieve scenario's te maken voor het toekomstige energiesysteem, zijn drie scenario's opgesteld. De scenario's zijn als volgt:

1) Scenario één: duurzaam gas
2) Scenario twee: alles elektrisch en mobiliteit op duurzame brandstoffen
3) Scenario drie: alles elektrisch, inclusief mobiliteit

Op dit moment is voor de wadkabel naar Schiermonnikoog sprake van spanningsproblemen. Door deze problemen kan slechts 50% van de maximale capaciteit gebruikt worden. Dat betekent dat slechts 2,3 MW beschikbaar is in plaats van 4,6 MW. De aangeleverde gegevens van Liander laten zien dat de huidige fysieke piek ongeveer 1,1/1,2 MW is, waardoor op dit moment nog geen dringende problemen ontstaan. Met het oog op de toekomst is dit overigens wel mogelijk, aangezien de contractvermogens hoger zijn dan de huidige capaciteit. Als meer bedrijven verduurzamen kan dit zorgen voor problemen. Liander geeft aan dat vanaf 2024 specifiek ruimte gemaakt wordt voor de verduurzaming van het PAW-gebied en het zwembad. Vanaf 2029 zullen de spanningsproblemen volledig opgelost worden door het plaatsen van een nieuw regelstation.

In dit onderzoek zijn aan de hand van drie scenario's extremen in kaart gebracht. Door deze extremen in kaart te brengen is het mogelijk om de systeemgrenzen vast te stellen om zo te kunnen duiden in welke gevallen er grootschalige problemen ontstaan.

Scenario één: duurzaam gas
Scenario één richt zich op het energieneutraal maken van Schiermonnikoog door middel van duurzaam gas. De elektriciteitsvraag op Schiermonnikoog wordt hierdoor laag (max 800 kW), waardoor de bestaande wadkabel ruim toereikend is (2,3 MW met spanningsproblemen). Echter resulteert dit scenario wel in een hoge vraag naar groen gas en biobrandstoffen, waardoor alle beschikbare natte biomassa moet worden omgezet naar groen gas. Op basis van dit scenario is het niet mogelijk voor Schiermonnikoog om energieneutraal te worden, door de verwachting dat onvoldoende grondstoffen voor de productie van biogas lokaal aanwezig zijn.

Scenario twee: alles elektrisch en mobiliteit op duurzame brandstoffen
Het tweede scenario omvat het elektrificeren van het eiland, behalve het vervoer. Het vervoer zal verduurzaamd worden met biobrandstoffen. De energiebehoefte wordt voorzien door het installeren van zonnepanelen op daken van huizen en gebouwen, en het implementeren van zonnevelden. De verwachte totale piekvraag voor dit scenario wordt verwacht op 2,2 MW wat binnen de huidige beschikbare 2,3 MW

wadkabel past. De verwachting is dat binnen dit scenario het eiland slechts 40% van haar elektriciteitsvraag kan afdekken met zon op dak, de overige 60% zal uit andere bronnen moeten komen. Om 60% te kunnen voorzien is in dit scenario 2 MW oost-west georiënteerde zonnevelden gemodelleerd en 3 MW aan windenergie. Ondanks deze toevoegingen zullen momenten gedurende het jaar ontstaan waarop geen wind -of zonne-energie beschikbaar is. Om deze reden blijft de wadkabel benodigd. De hoeveelheid geplaatste duurzame energie zal vanuit fysiek betekenen dat de wadkabel met spanningsproblemen niet toereikend is (2,6 MW benodigd waar 2,3 MW beschikbaar is).

Scenario drie: alles elektrisch, inclusief mobiliteit
In scenario drie is een situatie gemodelleerd waarin zowel vraag, opwek als mobiliteit volledig wordt ingevuld door elektriciteit. Op basis van een situatie waarin alle daken op het eiland volledig zijn voorzien van zonnepanelen met hoge efficiëntie is 48 TJ benodigd om op te wekken door bijvoorbeeld windturbines of zonnevelden. Om dit in te vullen zal 10 ha oost-west georiënteerde zonnevelden of 5 MW aan windturbines geplaatst moeten worden. In dit scenario zal de afname van elektriciteit over het huidige beschikbare vermogen van de wadkabel gaan (3,1 MW met 2,3 beschikbaar). Daarnaast zorgt de piek in de huidige situatie voor grotere problemen, namelijk 6 MW met een beschikbare capaciteit van 2,3 MW. Hierbij is het van belang om op te merken dat de huidige beschikbare capaciteit gehalveerd is.

De volgende conclusies zijn te maken op basis van dit onderzoek:

- Schiermonnikoog kan energieneutraal worden met de bestaande wadkabel, als de spanningsproblemen opgelost worden;
- Schiermonnikoog heeft bewegingsvrijheid met betrekking tot de techniekkeuze voor de verduurzaming van het eiland;
- Pieken in opwek creëren potentiële problemen;
- Bestaande regelgeving zorgt ervoor dat Schiermonnikoog op dit moment niet energieneutraal kan worden doordat middelgrote en grote windmolens niet zijn toegestaan in de Verordening Romte;
- De natuurregels en energiedoelstellingen zorgen ervoor dat het voor Schiermonnikoog uitdagender is om hun energiedoelstellingen te behalen;
- Verschillende innovatieve technieken zijn in opkomst, maar kunnen de komende jaren niet concurreren met zon- en wind.
- Tot 2029 zijn kleine/middelgrote energieprojecten op het eiland alleen mogelijk i.c.m. batterij opslag en speciale contracten. De gevolgen hiervan zijn dat de projecten minder interessant zijn voor ontwikkelaars door de hogere ontwikkelkosten en risico’s betreffende opbrengst door de spanningsproblemen;

In de tussentijd is het voor de gemeente Schiermonnikoog van belang om knopen door te hakken m.b.t. de ontwikkeling van energieprojecten zoals zon op land, windenergie en mono-mest vergisting. Zonder deze technieken kan het eiland niet energieneutraal worden.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 9

1.1 Verbinding met eerdere projecten 10

1.1.1 Transitievisie warmte Schiermonnikoog 10

1.1.2 PAW-aanvraag & toets techniekkeuze 10

1.1.3 Zonnedaken 11

2 Theoretisch kader 12

2.1 Het Energie Transitie Model (ETM) 12

2.2 De scenario analyse 12

2.3 Algemene uitgangspunten 12

2.4 Contractuele vs. Fysieke congestie 13

2.5 Biomassa 14

2.6 Aardgas vs. Groengas 15

3 Het eiland Schiermonnikoog 16

3.1 De wadkabel 16

3.2 Het laagspanningsnetwerk 19

4 Scenario 1: Duurzaam gas 20

5 Scenario 2: Opwekking en verbruik elektrisch, mobiliteit op biobrandstoffen 24

6 Scenario 3: Verbruik, opwekking en mobiliteit elektrisch 31

7 Duurzame energie op Schiermonnikoog 39

7.1 Omgevingsverordening Fryslân 39

7.2 Invloed op de vogels 40

7.3 Ruimtelijke impact 42

7.3.1 Zonne-energie 42

7.3.2 Windenergie 43

7.3.3 Vergistingsinstallaties 44

8 De rol van innovatieve energietechnieken 46

8.1 Technology Readiness Level 46

8.2 Innovatieve technieken 47

8.2.1 Kernfusie 47

8.2.2 Waterstofenergie en brandstofcellen 48
8.2.3 Geavanceerde zonne-energie technologieën 48
8.2.4 Energieopslag 49
8.2.5 Koolstofopvang en -opslag (CCS) 49
8.2.6 Power-to-X (P2X) 49
8.2.7 Kleine Modulaire Reactoren (SMR) 50
8.2.8 Getijde-energie 50
9 Conclusie 52
10 Aanbevelingen 54
11 Bijlagen 58
11.1 Samenvattende tabel 58
11.2 Uitgangspunten ETM 59

Begrippenlijst

- **Energie:** Energie is de capaciteit van een systeem om arbeid te verrichten. Het kan vele vormen aannemen, zoals kinetische, potentiële, thermische, elektrische, chemische, nucleaire en andere vormen van energie.

- **Vermogen (stroom en spanning):** Vermogen is de snelheid waarmee energie wordt overgedragen of omgezet. In de context van elektriciteit wordt vermogen berekend als het product van stroom en spanning, oftewel P=IV, waarbij P het vermogen is (in Watts), I de stroom is (in Ampères), en V de spanning is (in Volts).

- **Zelfvoorzienend:** Zelfvoorzienend zijn betekent in staat zijn om zonder externe hulp te functioneren of te overleven. In de context van energie betekent dit dat een entiteit zijn eigen energie kan genereren en niet afhankelijk is van externe energiebronnen.

- **Energieneutraal:** Een energieneutraal gebouw, systeem of gemeenschap produceert minstens evenveel energie als het verbruikt, meestal door een combinatie van energie-efficiëntie en hernieuwbare energieproductie.

- **Wadkabel (stroom en spanning):** De middenspanningskabel die loopt van vaste wal naar het eiland.

- **Energiebronnen:** Energiebronnen zijn materialen of processen waarmee energie kan worden geproduceerd. Deze kunnen hernieuwbaar (zoals zon, wind, waterkracht) of niet-hernieuwbaar (zoals kolen, olie, gas) zijn.

- **Energieopslag:** Energieopslag verwijst naar technologieën die energie opslaan die op een later moment kan worden gebruikt. Dit kan gaan van batterijen (die elektrische energie opslaan) tot waterkrachtreservoirs (die potentiële energie opslaan).

- **Afname & levering:** In de context van energie verwijst afname naar de hoeveelheid energie die door een gebruiker wordt verbruikt, terwijl levering verwijst naar de hoeveelheid energie die door een leverancier wordt geproduceerd en aan het elektriciteitsnet wordt geleverd.

- **Redundantie:** Redundantie is de duplicatie van belangrijke componenten of functies van een systeem om de betrouwbaarheid van het systeem te verhogen. In de context van energie kan dit bijvoorbeeld betekenen dat er meer dan één energiebron beschikbaar is, voor het geval de primaire energiebron uitvalt.

- **Regelstation:** Een regelstation, of onderstation, is een faciliteit in het energienetwerk waar de spanning van elektrische energie wordt geconverteerd tussen verschillende niveaus om efficiënte transmissie en

distributie naar eindgebruikers mogelijk te maken. Het kan ook apparatuur bevatten voor het meten, beschermen en reguleren van de stroom en spanning in het netwerk.

- **COP:** Coëfficiënt of Performance, is een maat voor de efficiëntie van een warmtepomp of koelsysteem. Het wordt berekend als de verhouding tussen de bruikbare verwarming of koeling die het systeem levert en de energie die het systeem verbruikt.

1 Inleiding

De energietransitie zorgt voor aanzienlijke verschuivingen in het energieverbruik op de Waddeneilanden. Deze verschuivingen ontstaan door de isolatie van gebouwen, de opwekking van duurzame energie en de overstap naar andere energiebronnen voor vervoer naar en op Schiermonnikoog. De ambitie om energieneutraal te worden, brengt nieuwe uitdagingen met zich mee. Vooral de vraag hoeveel energie er naar Schiermonnikoog moet worden getransporteerd en wat dit betekent voor de wadkabels en -leidingen is van belang. Vanuit Schiermonnikoog, de provincie en Liander is er de wens om de aanleg van extra wadkabels en -leidingen zoveel mogelijk te vermijden vanwege de ecologische en financiële implicaties van de aanleg en het onderhoud van deze kabels. Daarom is het van essentieel belang om in deze context te onderzoeken hoe de verschillende ontwikkelingen met elkaar verband houden en welke aanpassingen er nodig zijn in het energienetwerk om deze nieuwe ontwikkelingen mogelijk te maken. Dit rapport zal duidelijkheid verschaffen over deze kwesties.

De gemeente Schiermonnikoog streeft ernaar inzicht te krijgen in de gevolgen van ontwikkelingen zoals elektrificatie en de opwekking van duurzame energie (zoals zon, wind, groene gassen, en warmte) op hun eilanden. Ze zijn benieuwd welke keuzes zij, samen met de bewoners en lokale bedrijven, kunnen maken binnen deze context.

Het doel van het onderzoek is om deze intenties te ondersteunen en bij te dragen aan het maken van geïnformeerde keuzes. Het onderzoek zal de mogelijke gevolgen voor het energienetwerk en de eventueel noodzakelijke aanpassingen op zowel de eilanden als op het vasteland onderzoeken. Aspecten zoals het



gelijktijdig opwekken en verbruiken van energie, de omzetting en opslag van energie, en het dynamisch terug leveren van energie aan het net zullen hierin worden meegenomen.

Op deze manier hoopt men dat het onderzoek zal bijdragen aan het maken van geïnformeerde keuzes door de gemeenten, de bewoners en de bedrijven op Schiermonnikoog in hun streven naar een meer duurzame toekomst.

Het onderzoek is uitgevoerd aan de hand van drie scenario's, opgesteld door Ekwadraat welke later in dit rapport nader besproken zullen worden. Van deze scenario's worden de extremen in kaart gebracht met het Energie Transitie Model, waarbij ook de huidige situatie wordt berekend en gevalideerd. Ook bevat dit rapport de impact van scenario's op de Wadkabel en advies over hoe hiermee om te gaan, de benodigde energie-opwek installaties per opgesteld scenario, invloed van bedrijvigheid op het eiland (gesplitst per sector), een kostenindicatie per scenario, de betrokken organisaties, manier waarop de gemeente sturing kan geven, en advies voor het vervolg.

1.1 Verbinding met eerdere projecten

Schiermonnikoog is al enkele jaren bezig met de planvorming over de verduurzaming van het eiland. Zo zijn in de afgelopen jaren de transitievisie warmte, een PAW-aanvraag en toets techniekkeuze en een aantal zonnedaken gerealiseerd. De PAW Nieuw Dokkum is toegekend en word de komende jaren voortgezet als Aardgasvrij Eiland. Hierna volgt een beknopt overzicht van deze voorgaande ervaringen en projecten, met inbegrip van hun relevantie voor dit project.

1.1.1 Transitievisie warmte Schiermonnikoog

Dit project betreft een eerdere samenwerking met Schiermonnikoog met het opstellen van de Transitievisie Warmte. De nadruk lag op isolatie en energiebesparing, individuele oplossingen en eventueel kleine collectieve systemen in respectievelijk twee CBS-buurten: Schiermonnikoog en Schiermonnikoog Verspreide huizen. Deze nadrukken (isolatie en energiebesparing) zijn cruciaal voor het verduurzamen van een gebied, ook om inzicht te krijgen op de toekomstige energievraag. Hier is kennis en inzicht opgedaan naar de energiebehoefte en warmtealternatieven van het eiland, wat gunstig kan zijn voor deze verkenning.

1.1.2 PAW-aanvraag & toets techniekkeuze

In 2021 heeft Ekwadraat de gemeente Schiermonnikoog begeleid met een aanvraag in het kader van de Proeftuinen Aardgasvrije Wijken (PAW). Hierin is ingegaan op de technische oplossing voor Schiermonnikoog en de financiële onderbouwing. De relevantie met deze energieverkenning ligt in de opgedane bekendheid van de lokale omstandigheden en uitdagingen van het eiland door de PAW-aanvraag. Dit is ook relevant voor de energieverkenning die momenteel wordt uitgevoerd, omdat deze gebruik kan maken van de kennis en inzichten die zijn opgedaan tijdens de PAW-aanvraag.

1.1.3 Zonnedaken

Op Schiermonnikoog zijn verschillende grootschalige zonnedaken gerealiseerd die bijdragen aan de verduurzaming van het eiland. Zo zijn in bijna 1200 zonnepanelen geplaatst op boeren daken. Deze efficiënte invulling van zonne-energie heeft als gevolg dat landbouwgrond niet hoeft te wijken.

2 Theoretisch kader

2.1 Het Energie Transitie Model (ETM)

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van het Energie Transitie Model (ETM). Dit model is een onafhankelijk, uitgebreid en op feiten gebaseerd energiemodel dat volledig open source is, ontwikkeld door Quintel. Dit wil zeggen dat te allen tijde te achterhalen is op welke informatie de berekeningen zijn gebaseerd en hier in de toekomst weer op voort gewerkt kan worden. Het wordt gebruikt door overheden, bedrijven, Ngo's en onderwijsinstellingen (zoals, Alliander, CE Delft, Gasunie, TNO en TenneT).

In het Energie Transitie Model worden kwantitatieve scenario's gemaakt voor het toekomstige energiesysteem. Hierin wordt rekening gehouden met de toekomstige energievraag en potentiële energieopwekking.

2.2 De scenario analyse

In dit onderzoek is gewerkt met drie scenario's. Deze drie scenario's zijn in ETM gemodelleerd volgens die in 2.3 beschreven uitgangspunten en de door ETM gebruikte gegevens (voornamelijk openbare data als de KEV en CBS). Het doel van de drie scenario's is niet om drie realistische scenario's te schetsen, maar om drie extreme scenario's te vergelijken. Hierbij is het ene scenario realistischer dan de andere. Door deze extreme scenario's met elkaar te vergelijken worden de systeemgrenzen verkend. Hieruit kunnen conclusies getrokken worden welke stappen binnen de grenzen te maken zijn en welke maatregelen genomen dienen te worden om de verduurzaming van het eiland mogelijk te maken.

2.3 Algemene uitgangspunten

In deze paragraaf worden de algemene uitgangspunten die van toepassing zijn op de verschillende scenario's beschreven. Om het elektriciteitsprofiel van Schiermonnikoog meer te laten lijken op de profielen die door Liander zijn aangeleverd, zijn aanpassingen gedaan op de situatie zoals die in ETM staan. Veel aanpassingen zijn overgenomen van, of gebaseerd op, de waardes uit de Klimaat en Energie Verkenning 2030. Dit geeft redelijke indicatie van de situatie in 2050. De aanpassingen voor alle scenario's zijn verwerkt in het Excel bestand wat is bijgevoegd in Bijlage 11.2. Het Energie Transitie Model vergelijkt de toekomstige data altijd met 2017, en niet met data van het huidige jaar.

Dit onderzoek richt zich op de fysieke zijde van netcongestie. Dit betekent niet dat er geen administratieve congestie aanwezig is. Liander dient zich te richten op de totale uitgegeven vermogens in contracten. Als deze contracten niet ten volste benut worden betekent dit dat de fysieke belasting lager is dan de contractuele belasting. Aangezien het voor de netbeheerder van belang is om zich te richten op mogelijke piekmomenten i.v.m. uitgegeven totale vermogen kan dit alsnog betekenen dat projecten (nog) geen doorgang kunnen vinden.

In het onderzoek is uitgegaan van een situatie waarin de veerboot en snelboten, indien geëlektrificeerd, laden aan vaste wal. Wagenborg Passagiersdiensten heeft aangegeven dat de aanmeertijd op het eiland te kort is om effectief te kunnen laden (maximaal 15 minuten).

Toerisme is een van de variabele die niet effectief te modelleren is in ETM. In het aangeleverde profiel van Liander zijn duidelijke verbruikspieken zichtbaar in de vakanties en de weekenden. Het is echter niet goed mogelijk om de impact van toerisme in ETM te modelleren. Aan de hand van de aangeleverde jaarprofielen van Liander is het echter gelukt om de verbruiksprofielen van ETM en de werkelijke van Liander in lijn met elkaar te brengen[1].

Voor de isolatiegraad wordt rekening gehouden dat alle huizen en gebouwen gemiddeld A label hebben in 2050. Voor de efficiëntieverbetering van apparaten en de vraagontwikkeling van het verbruik in het huishouden wordt de waarde overgenomen van de KEV 2030.

We verwachten dat tegen 2050 Ledverlichting de enige vorm van verlichting zal zijn die wordt gebruikt, en dat mensen door gedragsveranderingen de neiging hebben om lampen sneller uit te schakelen. Deze waardes voor de gedragsverandering zijn overgenomen uit de KEV 2030[2].

We gaan er ook vanuit dat in 2050 alle daken van huizen en gebouwen bedekt zal zijn met zonnepanelen. Dit geeft 2,25 MW aan zonnepanelen op huishoudens en 1,03 MW aan zonnepanelen op de gebouwen. De KEV 2030 geeft een efficiëntie aan van 21,9% voor 2030 en voor 2050 een efficiëntie aangehouden van 23%.

2.4 Contractuele vs. Fysieke congestie

Een belangrijk aandachtspunt voor dit rapport is de duiding van het verschil tussen contractuele en fysieke netcongestie. Vanuit de elektriciteitswet zijn netbeheerders verplicht iedereen te voorzien van een aansluiting (de aansluitplicht). Artikel 24 van deze elektriciteitswet beschrijft daarnaast de verplichting van het voorzien van transport van elektriciteit (de transportplicht). Op basis van dezelfde wet is het echter voor netbeheerders mogelijk om een verzoek te weigeren, wanneer zij hiervoor “redelijkerwijs geen capaciteit ter beschikking heeft”[3].

Wanneer een netbeheerder over wil gaan tot een verplicht congestiemanagementregime, zal hij de volgende onderdelen moeten onderbouwen:

- De verhouding tussen de verwachte benodigde transportcapaciteit en de in het net(deel);
- Aanwezige transportcapaciteit;

[1] Dit is gedaan door het aantal inwoners in het basis scenario in 2022 te verhogen met 10% om zo te compenseren voor de toeristen. Voor 2050 is rekening gehouden met een verhoging van 15% voor de combinatie van aantal inwoners en toeristen. Daarnaast worden het aantal gebouwen jaarlijks met 1% verminderd om het verschil tussen een hoog week verbruik en laag weekend verbruik te verminderen.

[2] https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2022-klimaat-en-energieverkenning-4838.pdf

[3] https://poelmannvandenbroek.nl/ontwikkelen-in-tijden-van-krapte-op-het-elektriciteitsnet/

- De verwachte mate van fysieke congestie;
- De duur van de verwachte fysieke congestie;
- De verwachte kosten die met het uitvoeren van congestiemanagement zijn gemoeid;
- De mogelijkheid voor voldoende marktconforme redispatch biedingen dan wel lange termijn;
- Contracten of combinaties van die twee[4].

Netbeheerders hebben dus te maken met twee vormen van congestie, namelijk contractuele en fysieke. Van contractuele congestie is sprake wanneer de netbeheerder het maximaal beschikbare vermogen van het net heeft vergeven in contracten. In realiteit worden deze contracten slechts in beperkte mate volledig gebruikt of enkel op piekmomenten. Op het moment dat deze maximale capaciteit wel degelijk wordt gebruikt door alle gebruikers of door technische problemen waardoor de capaciteit van het net tijdelijk verlaagd is, dan ontstaat een situatie met fysieke congestie. Enkel contractuele congestie is voor de netbeheerder onvoldoende reden om transport te weigeren[5].

Dit onderzoek richt zich enkel op de fysieke zijde van netcongestie. Hierbij is gebruik gemaakt van aangeleverde data vanuit Liander en is met gebruik van ETM een drietal toekomst situaties gemodelleerd, zodat in kaart gebracht kan worden in welke mate fysieke congestie voorzien is in de toekomst.

2.5 Biomassa

In dit rapport komen verschillende vormen van biomassa aan bod. Hieronder staan de verschillende vormen beschreven.

Natte biomassa
Natte biomassa verwijst naar organisch materiaal dat een aanzienlijk hoog watergehalte bevat. Dit type biomassa omvat onder meer vers plantaardig afval, voedselresten, dierlijke mest en rioolslib. Vanwege het hoge vochtgehalte is het energiegehalte van natte biomassa relatief lager in vergelijking met andere vormen. Bijgevolg wordt het vaak gebruikt voor biologische conversieprocessen, zoals anaerobe vergisting, waarbij micro-organismen het materiaal afbreken en biogas produceren, dat hoofdzakelijk bestaat uit methaan en koolstofdioxide.

Oliehoudende biomassa
Oliehoudende biomassa omvat organisch materiaal dat een hoog gehalte aan vetten en oliën bevat. Voorbeelden hiervan zijn plantaardige oliën zoals koolzaadolie, sojaolie en palmolie, evenals dierlijke vetten. Oliehoudende biomassa is een waardevolle bron voor de productie van biobrandstoffen, met name biodiesel. Via een proces genaamd transesterificatie kunnen de vetten en oliën worden omgezet in biodiesel, dat als een duurzaam alternatief voor fossiele diesel in voertuigen en industriële toepassingen kan dienen.

[4] https://www.acm.nl/sites/default/files/documents/2020-08/voorstel-netbeheer-nederland-codewijziging-herziening-congestiemanagement.pdf
[5] https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-14201.pdf

Andere vormen van biomassa

Buiten natte biomassa en oliehoudende biomassa zijn er ook andere typen biomassa die waardevol zijn voor energieproductie. Dit omvat vaste biomassa, zoals houtsnippers, landbouwafval, en snoeiafval, evenals energiegewassen zoals maïs en suikerriet. Deze vormen van biomassa kunnen worden gebruikt voor thermische conversieprocessen, zoals verbranding en vergassing, om warmte en elektriciteit te genereren.

Elk type biomassa heeft unieke eigenschappen en toepassingen, en het is van cruciaal belang om het juiste conversieproces te kiezen, afhankelijk van de specifieke samenstelling en eigenschappen van de biomassa.

2.6 Aardgas vs. Groengas

Aardgas en groengas zijn beide gassen die kunnen worden gebruikt voor het opwekken van energie, maar ze hebben verschillende oorsprong en milieueffecten.

Aardgas is een fossiele brandstof die ondergronds wordt gewonnen. Het is een mengsel van verschillende gassen, voornamelijk methaan, en het ontstaat door de afbraak van organisch materiaal over vele duizenden jaren. Aardgas wordt in Nederland veelvuldig gebruikt voor verwarming en koken in huizen, en ook voor elektriciteitsopwekking in energiecentrales. Het verbranden van aardgas resulteert in de uitstoot van CO_2, een broeikasgas dat bijdraagt aan klimaatverandering. Daarnaast draagt de winning van aardgas, zeker in geval van schaliegas en in regio's als Groningen, bij aan seismische activiteit (aardbevingen).

Groengas daarentegen is een duurzaam alternatief voor aardgas. Het wordt gemaakt door biogas, dat voortkomt uit de vergisting van organisch materiaal zoals mest, GFT-afval, of speciaal geteelde gewassen, te zuiveren en op te waarderen tot de kwaliteit van aardgas. Groengas kan dus worden gezien als hernieuwbaar, omdat het wordt geproduceerd uit organische restmaterialen die continu worden aangevuld. De productie en het gebruik van groengas resulteert in veel minder CO_2-uitstoot in vergelijking met aardgas, en in sommige gevallen kan het zelfs CO_2-neutraal zijn. Dit maakt het een veel milieuvriendelijkere optie. Groengas kan, na opwerking, direct in het aardgasnet geïnjecteerd worden en kan gebruikt worden op dezelfde manier als aardgas, zonder dat aanpassingen aan de infrastructuur nodig zijn.

Samenvattend is het belangrijkste verschil tussen aardgas en groengas dat aardgas een fossiele brandstof is en groengas een duurzaam geproduceerd gas, dat veel minder bijdraagt aan de uitstoot van broeikasgassen.

3 Het eiland Schiermonnikoog

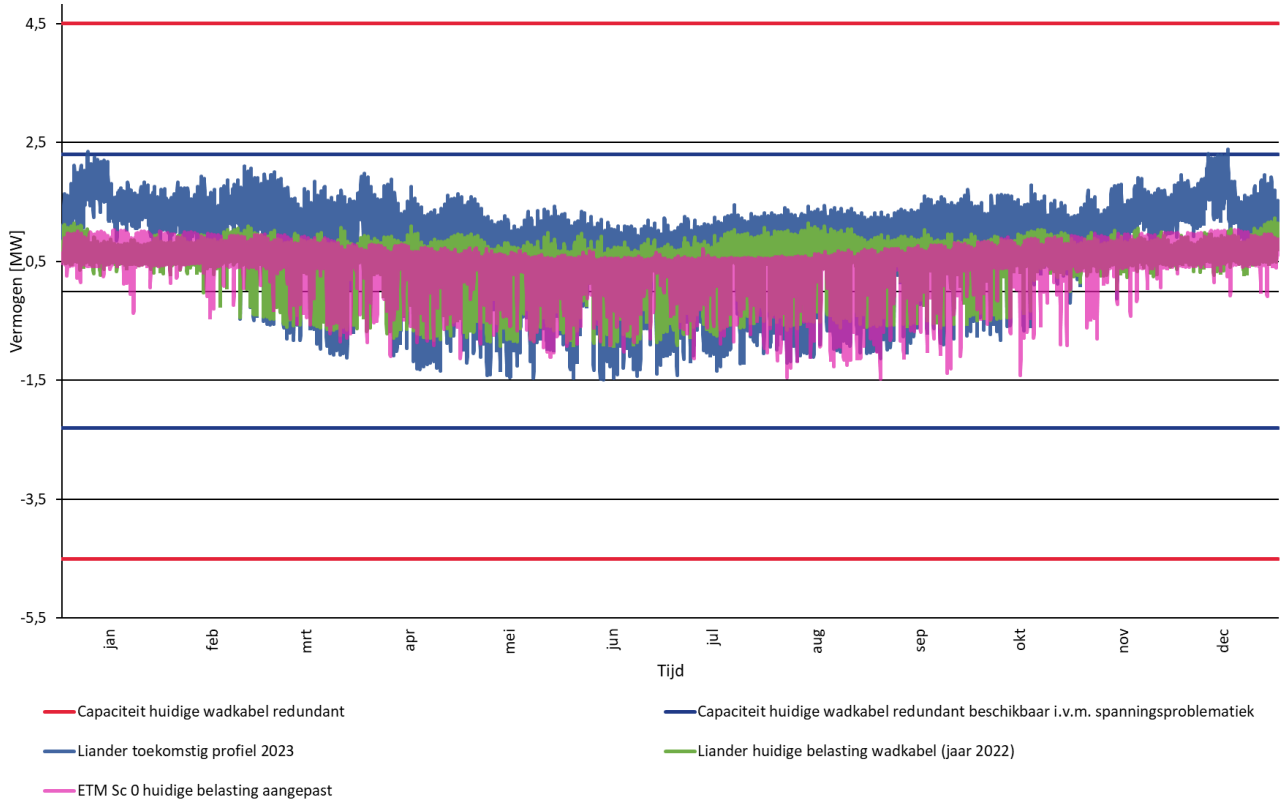
Alvorens de drie scenario's worden gepresenteerd beschrijft dit hoofdstuk de huidige situatie van het elektriciteitsnet. Hierin wordt duiding gegeven over de huidige situatie, metingen uit het verleden en prognoses vanuit Liander gericht op de toekomstige belasting van de wadkabel.



3.1 De wadkabel

Bij het voorspellen van de toekomstige omstandigheden wordt er in dit onderzoek vertrouwd op gegevens uit de huidige situatie, historische metingen en gevestigde modellen om de toekomstige situatie te schetsen.

Het Energie Transitie Model is ingezet om de verwachte toekomstige profielen te creëren. De mate waarin deze profielen overeenkomen met de werkelijkheid kan worden geïllustreerd in de betreffende grafiek. In Figuur 1 wordt de huidige capaciteit van de Wadkabel weergegeven (de donkerblauwe lijn), evenals de normale capaciteit zonder spanningsproblemen (de rode lijn). De groene lijn vertegenwoordigt de data van Liander over de belasting van de Wadkabel in 2022, terwijl de lichtblauwe lijn het door Liander voorspelde verbruik voor 2023 weergeeft. Tenslotte is er de roze lijn, die de voorspelling van het Energie Transitie Model voor het verbruik in 2022 laat zien.



Figuur 1. Grafiek met verdeling van huidige en toekomstige vraag wadkabel Schiermonnikoog

Zoals geïllustreerd in Figuur 1, blijkt dat de grafiek van 2023 een identiek patroon volgt als die van 2022, maar met een tweevoudige toename in waarden. Het toekomstprofiel neemt een hoger verbruik tijdens de wintermaanden in overweging. Deze aanpak is gebaseerd op het worstcasescenario dat Liander hanteert, wat de significante pieken in de maanden december en januari in Liander's toekomstige 2023-profiel verklaart. Op basis van het huidige profiel (2022), lijkt het echter onwaarschijnlijk dat het 2023-profiel zal overeenkomen met dat van Figuur 1.

Tabel 1. Samenvatting en analyse Figuur 1

Liander huidige belasting (2022) in het groen	Energie Transitie Model in het roze weergegeven	Liander prognosemodel (2023) in het blauw

• Terug levering (uit PV) duidelijk zichtbaar door die piek terug levering van -0,9 MW
• Maximale vraag 2022 is 1,2 MW
• Huidige capaciteit is 2,3 MW
• Totale energielevering 4.273 MWh
• Totale energie terug levering 570 MWh
	• Relatief vlak profiel
	  ○ Max +0,9 MW
	  ○ Min -1,5 MW
	• Ritme dal in elk weekend herkenbaar
		• Hogere pieken en hogere dalen dan huidige belasting
		  ○ Max 2,4 MW
		  ○ Min -1,5 MW
		• Totale verwachte energielevering 7.785 MWh
		• Totale verwachte energie terug levering 919 MWh
		• Profiel van Liander prognose ligt structureel extremer dan de meting over 2022 van Liander.

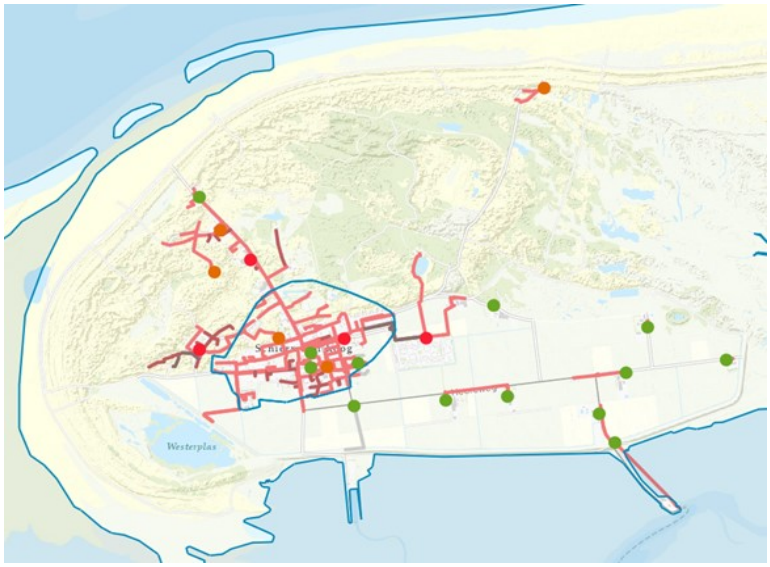
Er zijn opmerkelijke verschillen geconstateerd tussen het Liander-profiel voor 2022 en het Energie Transitie Model. Dit betreft vooral schommelingen tussen zomer- en winterseizoenen, alsook tussen weekdagen en weekenden. In het geval van Schiermonnikoog zal het energieverbruik grotendeels door toeristen worden gegenereerd, niet door industrie of gebouwen. Hierdoor is het standaardprofiel dat door het Energie Transitie Model wordt gebruikt mogelijk niet optimaal voor deze situatie. Het resultaat is dat waar de oranje grafiek een dal laat zien, de paarse grafiek vaak een piek vertoont. Bovendien zal het energieverbruik in de zomer waarschijnlijk hoger zijn, omdat er dan meer mensen op het eiland zijn en er meer gebruik wordt gemaakt van bijvoorbeeld airconditioning. In de winter komt het profiel van het Energie Transitie Model meer overeen met dat van Liander.

Momenteel wordt de transportcapaciteit van de Wadkabel beperkt door spanningsproblemen, waardoor slechts 50% (2,3 MW) van de maximale capaciteit beschikbaar is (netcongestie). Liander heeft aangegeven dat een deel van deze spanningsproblemen in 2024 zullen worden opgelost. Specifiek betekent het dat het PAW-project en verduurzaming van het zwembad vermogen kunnen krijgen. Het oplossen van de volledige spanningsproblematiek staat op de planning voor 2029, door het plaatsen van een nieuw regelstation. Daarnaast heeft Liander gesuggereerd dat onderzoek kan worden gedaan naar het gebruik van de huidige 10 KV-kabel op 20 KV, wat de beschikbare capaciteit zou kunnen verdubbelen tot 9,2 MW. Ten slotte kan worden onderzocht onder welke voorwaarden de redundantie kan worden opgegeven om de beschikbare capaciteit te verdubbelen (van 4,6 MW naar 9,2 MW). Hoewel redundantie niet essentieel is voor de werking, wordt het geïmplementeerd als voorzorgsmaatregel voor mogelijke storingen[6]. In dit geval is er dus een extra kabel aanwezig om eventuele storingen in de hoofdkabel op te vangen, ter voorkoming van een totale stroomuitval op het eiland. Samengevat zijn er voor Schiermonnikoog diverse mogelijkheden om de huidige capaciteit te verhogen. Liander dient deze echter te onderzoeken om te garanderen dat de betrouwbaarheid van het elektriciteitsnet niet in het geding komt door deze maatregelen.

[6] De netbeheerder moet het middenspanningsnet redundant aansluiten.

3.2 Het laagspanningsnetwerk

Het laag -en middenspanningsnetwerk is essentieel in de energietransitie. Deze netwerken transporteren de energie vanuit de hoogspanningskabels richting de huishoudens en bedrijven. Op veel locaties zullen deze kabels en bijbehorende transformatoren verzwaard moeten worden. In dit onderzoek is echter niet gekeken naar de impact van maatregelen op deze netwerken. Dergelijke analyses kunnen momenteel alleen uitgevoerd worden door de netbeheerder en hiervoor zijn concrete plannen noodzakelijk. Liander heeft echter wel een hulpmiddel ontwikkelt die enig inzicht geeft in de laag -en middenspanningsnetwerken in hun gebied. Deze Buurtanalyse tool biedt inzicht in de huidige belasting van deze netwerken.



Figuur 2. Laag -en Middenspanning Schiermonnikoog (Bron: Buurtanalyse tool Liander)

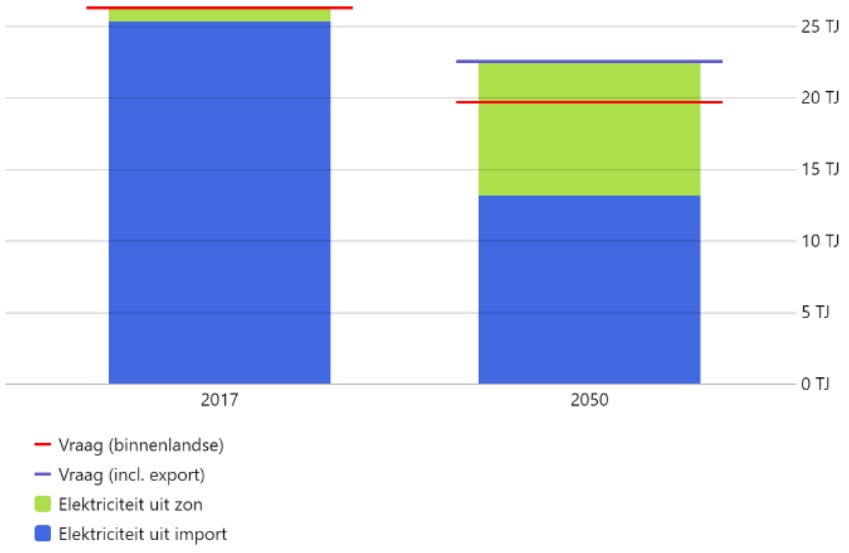
Hierin is te zien dat een groot deel van de middenspanningstations op hun maximale capaciteit zitten (rood). Wanneer van het huidige systeem overgestapt wordt naar een systeem dat hoofdzakelijk elektrisch is zullen deze stations uitgebreid moeten worden, daarnaast zullen in de wijken extra trafo's moeten komen en zal een groot deel van de laagspanningskabels verzwaard moeten worden.

4 Scenario 1: Duurzaam gas

In het eerste scenario is een toekomst gemodelleerd waarin het eiland volledig wordt voorzien in zijn vraag door groen gas. Hierbij zijn geen extra panelen gemodelleerd boven op het bestaande geïnstalleerde vermogen. Dit betekent dat rekening gehouden wordt met 33% bezetting op woningen en gebouwen voor zon op dak, en ongeveer 2 MW aan panelen die vooral op daken van boerenbedrijven liggen.

In dit scenario is echter wel rekening gehouden met een efficiëntieverbetering van de zonnepanelen in 2050 ten opzichte van nu, voor deze waarden wordt zo veel mogelijk de leidraad van de Klimaat- en Energieverkenning 2030 aangehouden[7]. Daarnaast is in de modellering geen rekening gehouden met het plaatsen van warmtepompen, maar houden alle huizen en gebouwen gasketels. Deze gasketels worden in het model in 2050 volledig gevoed met groen gas.

In het model wordt alle mobiliteit voorzien van biobrandstoffen. Dit geeft daarom het meest uiterste scenario weer voor een omschakeling naar biobrandstoffen. Dit scenario laat dan ook een situatie zien waarin het elektriciteitsnet zoveel als mogelijk ontzien wordt.

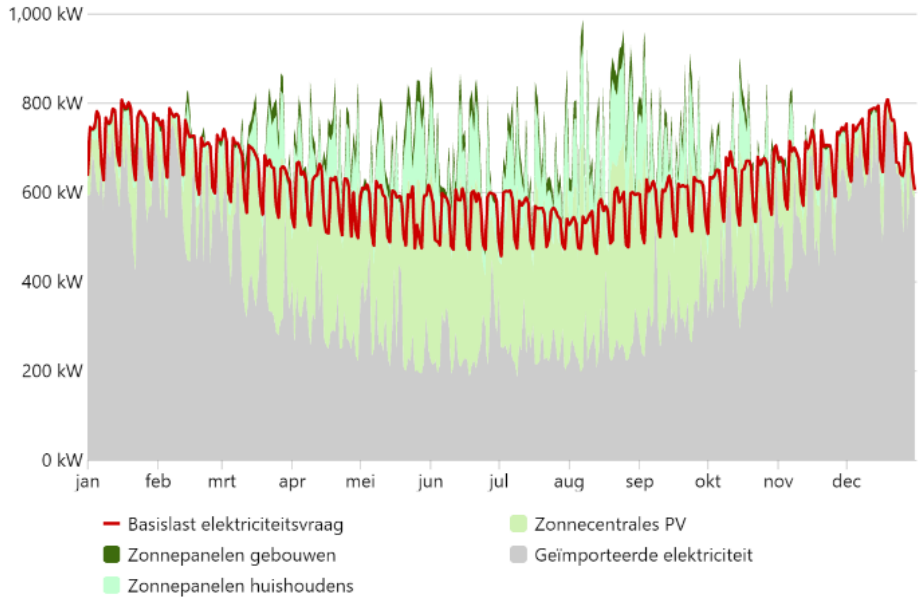


Figuur 3. Verdeling van de totale huidige en 2050 elektriciteitsvraag zonder elektrificatie en met beperkt gebruik van zonnepanelen

Figuur 3 toont de elektriciteitsvraag in het jaar 2050 weergegeven in totalen en Figuur 4 op uur basis. Hier is te zien dat de totale vraag lager is dan de data in 2017. Dit komt door de efficiëntere apparaten en verlichting als ook het inzetten van meer aanwezigheidssensoren. Het aandeel zon op dak staat voor de huidige data aangenomen op 33%. In dit scenario is nog steeds 33% gebruikt voor 2050, maar er wordt wel aangenomen dat de panelen worden vervangen voor nieuwe panelen aan het eind van de levensduur. Door de hogere efficiëntie van zonnepanelen in 2050, zal er daarom meer opwek zijn dan in 2017.

[7] https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2022-klimaat-en-energieverkenning-4838.pdf

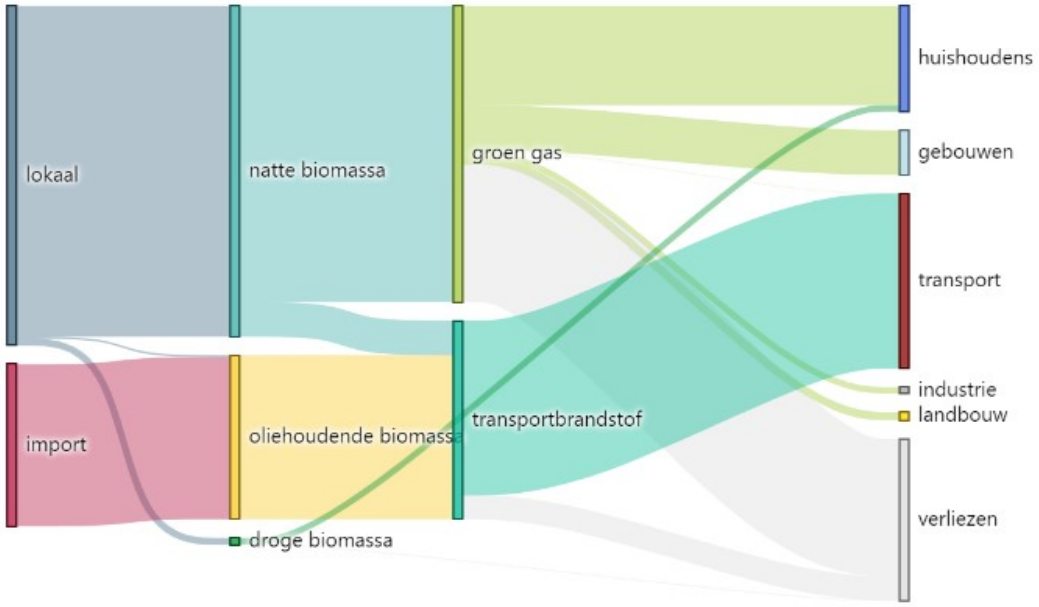
In Figuur 4 is zichtbaar dat een maximumvermogen uit het net wordt gevraagd van ca. 800 kW in de winterperiode in dit scenario. Dit relatief lage verbruik is te verklaren door de grote overstap naar groen gas en biobrandstoffen. Om die reden is ook in kaart gebracht hoeveel groen gas benodigd is en wat de verwachte mogelijkheden zijn voor de lokale productie.



Figuur 4. Totale verdeling op uur basis in 2050 voor de elektravraag zonder elektrificatie inclusief huidig geïnstalleerde zonnepanelen

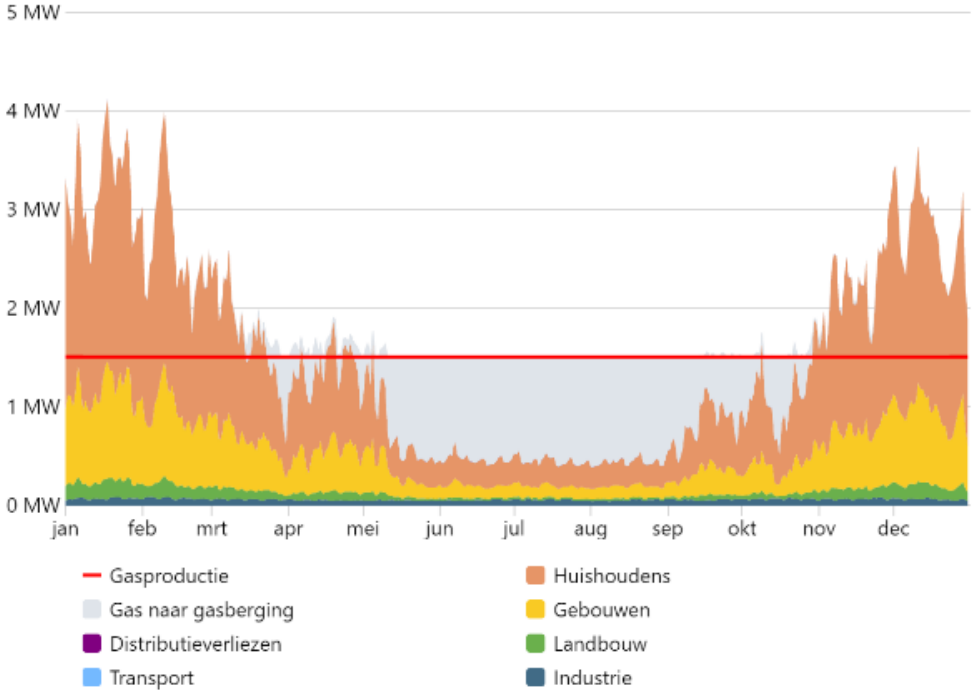
De biomassa stroom is in Figuur 5 in kaart gebracht waarbij de natte biomassa (zoals mest) van de boerderijen geheel wordt gebruikt om groen gas te produceren. Hier is uit op te maken dat de lokale natte biomassa voldoende is om volledig te voorzien in de groen gas behoefte van alle huishoudens en gebouwen. Voor de transportbrandstoffen zullen echter oliehoudende bronnen moeten worden geïmporteerd om aan de vraag van auto's, bussen en boten te voldoen.

Als onderdeel van de techniek keuze PAW Nieuw Dokkum 2023 is onderzocht wat de aanwezig hoeveelheid groengas uit mest op het eiland is. Uit deze analyse is gebleken dat de aanwezig potentie uitkomt op ongeveer 320.000 m^3 of 10,13 TJ. In Figuur 5 is te zien dat de vraag voor huishoudens in 2050 naar verwachting uitkomt op 30 TJ groen gas, 13 TJ voor gebouwen en 52 TJ aan transportbrandstoffen voor de auto's, het openbaar vervoer en de veerboot. Opvallend hierbij is het feit dat in Figuur 5 te zien is dat de natte biomassa lokaal kan voorzien aan de vraag. Dit komt doordat in de huidige analyse meer factoren mee zijn genomen als bron voor natte biomassa dan alleen mest (denk aan o.a. slib en GFT afval). Tegelijkertijd is het eiland gestart met een initiatief waarin lokale reststromen verzameld worden en verwerkt zullen worden tot compost, deze richting toont aan dat het eiland idealiter de reststromen inzet voor andere doeleinden dan groengas.



Figuur 5. Toekomstige biomassastromen voor de productie van groen gas en bio-transportbrandstoffen inclusief de verliezen door conversie

Figuur 6 illustreert de vraag naar gas gedurende het jaar. Groengas zorgt ervoor dat de vraag naar elektriciteit nauwelijks toeneemt. Dit komt voornamelijk doordat de situatie in wezen niet verandert, alleen de bron van het gas wijzigt. Zoals de onderstaande afbeelding toont, bedraagt de maximale vermogensvraag ongeveer 4 MW in de winterperiode.



Figuur 6. Uur data van de totale biogas vraag in 2050 uit de verschillende sectoren verdeeld over het jaar

Samenvatting

Het gepresenteerde scenario voorziet een groene toekomst voor Schiermonnikoog in 2050, met groen gas als de voornaamste energiebron. Hierin zijn 33% van de woningen en gebouwen uitgerust met zonnepanelen, wat een totaal van 2 MW oplevert. Gasketels in gebouwen en woningen blijven bestaan, maar worden volledig gevoed met groen gas. In plaats van de overgang naar warmtepompen, blijven de gebouwen en huizen gebruik maken van gasketels, die tegen 2050 volledig worden gevoed met groen gas. Dit scenario voorziet ook een complete verschuiving naar biobrandstoffen voor mobiliteit, wat de belasting op het elektriciteitsnetwerk aanzienlijk vermindert. Dankzij de vooruitgang in energie-efficiëntie, voornamelijk door de verbetering van de efficiëntie van apparaten en verlichting en de invoering van aanwezigheidssensoren, is de totale elektriciteitsvraag in 2050 lager dan in 2017. Tijdens de winterperiode vereist dit scenario een maximaal vermogen van ongeveer 800 kW van het net, wat de verschuiving naar groen gas en biobrandstoffen illustreert.

De productie van groen gas komt voornamelijk van de volledige natte biomassa van de boerderijen van het eiland, zoals mest. Deze bron is voldoende om te voldoen aan de groen gas behoefte van alle huishoudens en gebouwen. Echter, om te voldoen aan de vraag naar transportbrandstoffen, zullen oliehoudende bronnen moeten worden geïmporteerd.

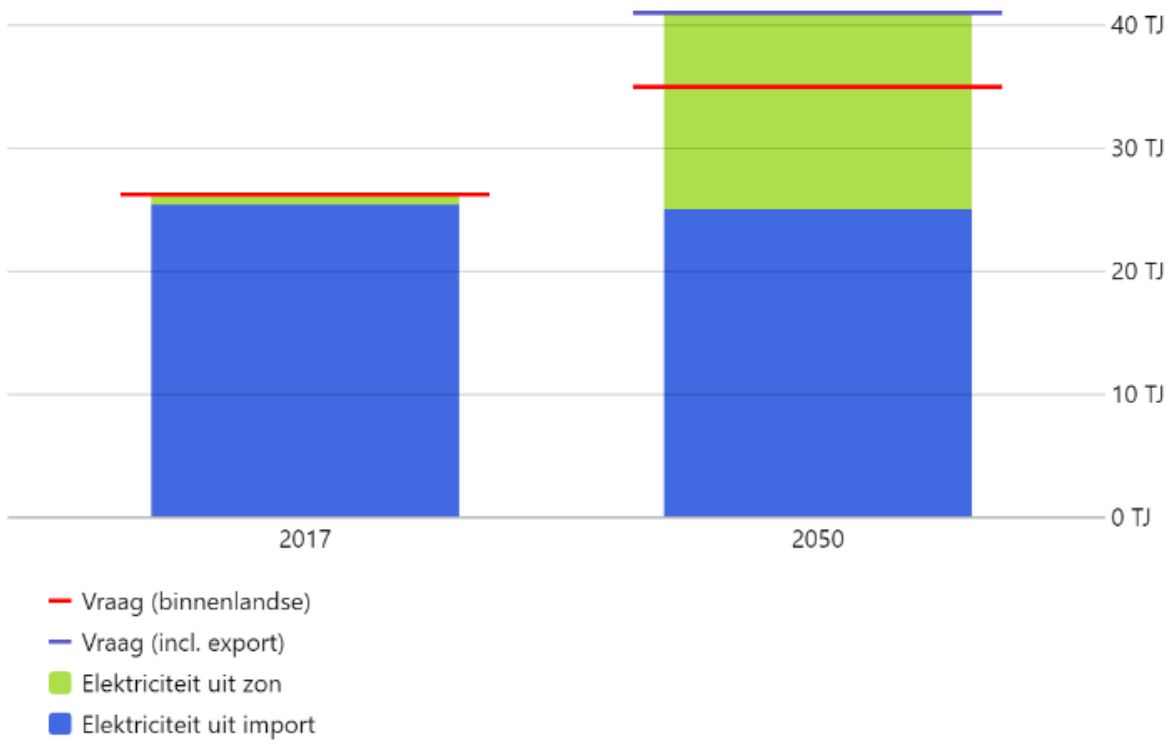
De technische analyse toont aan dat Schiermonnikoog jaarlijks ongeveer 320.000 m³ of 10,13 TJ aan groen gas uit mest kan produceren. De verwachte vraag naar groen gas in 2050 is 30 TJ voor huishoudens, 13 TJ voor gebouwen en 52 TJ voor transportbrandstoffen, wat haalbaar is met lokale natte biomassa. In dit scenario is de maximale vermogensvraag ongeveer 4 MW in de winterperiode. Dit bevestigt dat de overgang naar groen gas de elektriciteitsvraag nauwelijks doet toenemen, waarmee de energietransitie op Schiermonnikoog soepel verloopt.

Tabel 2. Samenvattende tabel scenario 1

Beschrijving	Scenario 1
	Duurzaam gas
Afname piek [MW]	1
Terug levering piek [MW]	n.v.t.
Elektriciteitsvraag [MWh/jaar]	5.400
Transportbrandstoffen [MWh/jaar]	14.400
Groengasvraag [MWh/jaar]	11.900
Aantal huishoudens	780
Vermogen warmtepompen thermisch [MW]	0
Vermogen PV [MW]	2,8
Vermogen wind [MW]	0
Productie PV [MWh/jaar]	2.600
Productie wind [MWh/jaar]	0
Productie groengas [MWh/jaar]	11.900
Productie transportbrandstoffen [MWh/jaar]	2.500
Energieneutraal, inclusief transport [%]	54%

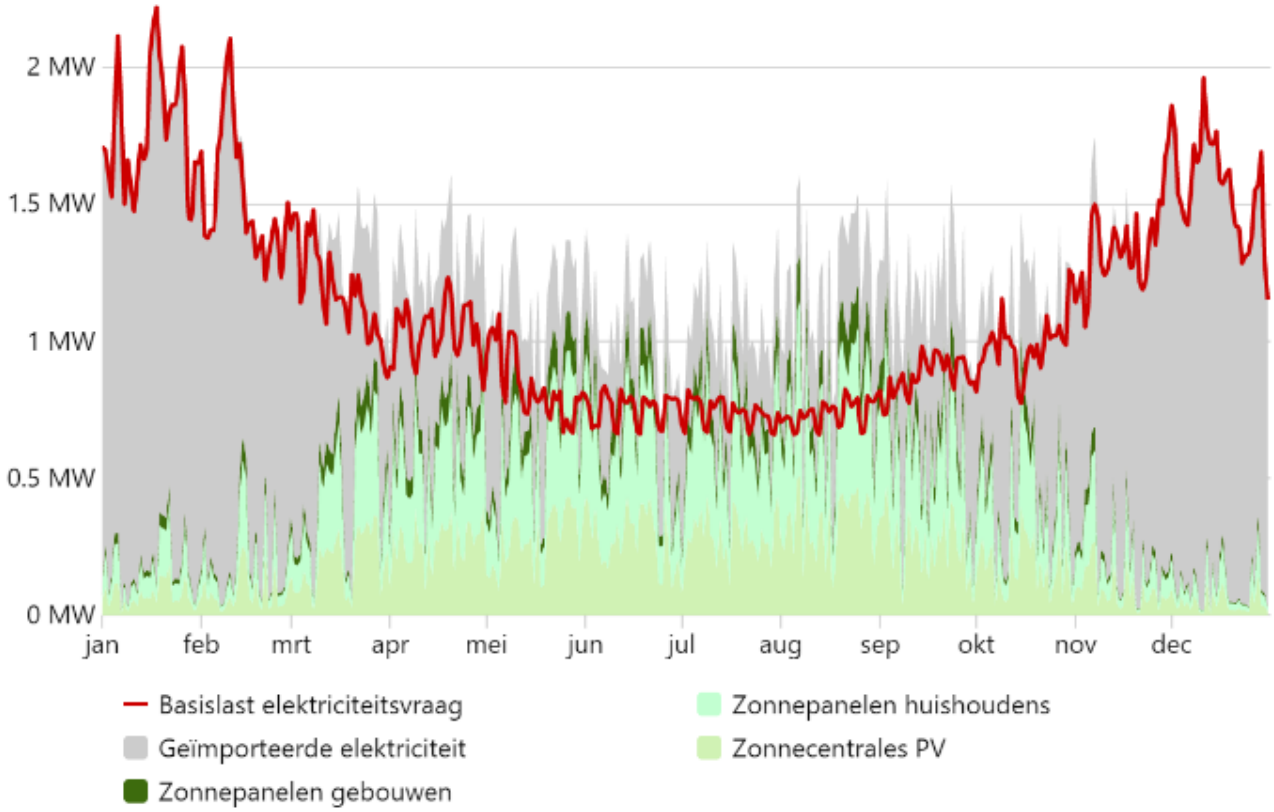
5 Scenario 2: Opwekking en verbruik elektrisch, mobiliteit op biobrandstoffen

In dit tweede scenario is een situatie gemodelleerd waarin alles, behalve het vervoer geëlektrificeerd is. Dit betekent een middenweg tussen 100% biomassa en 100% elektrificatie. In dit scenario is aangenomen dat alle daken van huizen en gebouwen volledig voorzien zijn van zonnepanelen, met als doel zoveel mogelijk ruimte te besparen op land. Bij het gebruik van beschikbare daken is rekening gehouden met beschermd dorpszicht, mede door de verwachting dat in 2050 de zonnepanelen geïntegreerd kunnen worden in de daken. Daarnaast wordt ook rekening gehouden met ongeveer 2 MW aan zonnepanelen die momenteel al op de stallen van boerderijen liggen.



Figuur 7. Verdeling van de totale huidige en toekomstige vraag met 100% zon op dak & 2 MW zon op land

In Figuur 7 zijn de totale energievraag en Figuur 8 de vraag op uur basis weergegeven. Hier is te zien dat met 100% zon op dak en 2 MW op de boeren bedrijven ongeveer 16 TJ aan elektriciteit kan worden opgewekt. Dit is gelijk aan bijna 40% van de totale elektriciteitsvraag in 2050 van Schiermonnikoog. De overige 60% (25 TJ) zal dan moeten worden opgewekt door extra zonnevelden, windmolens en/of andere bronnen.



Figuur 8. Totale verdeling op uur basis in 2050 voor 100% zon op dak & 2 MW aan zon op land

In Figuur 8 is te zien dat de maximale vermogensvraag in dit scenario **2,2 MW** is. Met name tijdens de winter zal de opbrengst van zonnepanelen maar beperkt kunnen voldoen aan de vraag. Echter, aangezien het doel energieneutraal is, is dit niet noodzakelijk. Het is wel wenselijk om vraag en aanbod zoveel mogelijk op elkaar af te stemmen, zodat de impact op de wadkabel verminderd wordt evenals de afhankelijkheid van het vaste land.

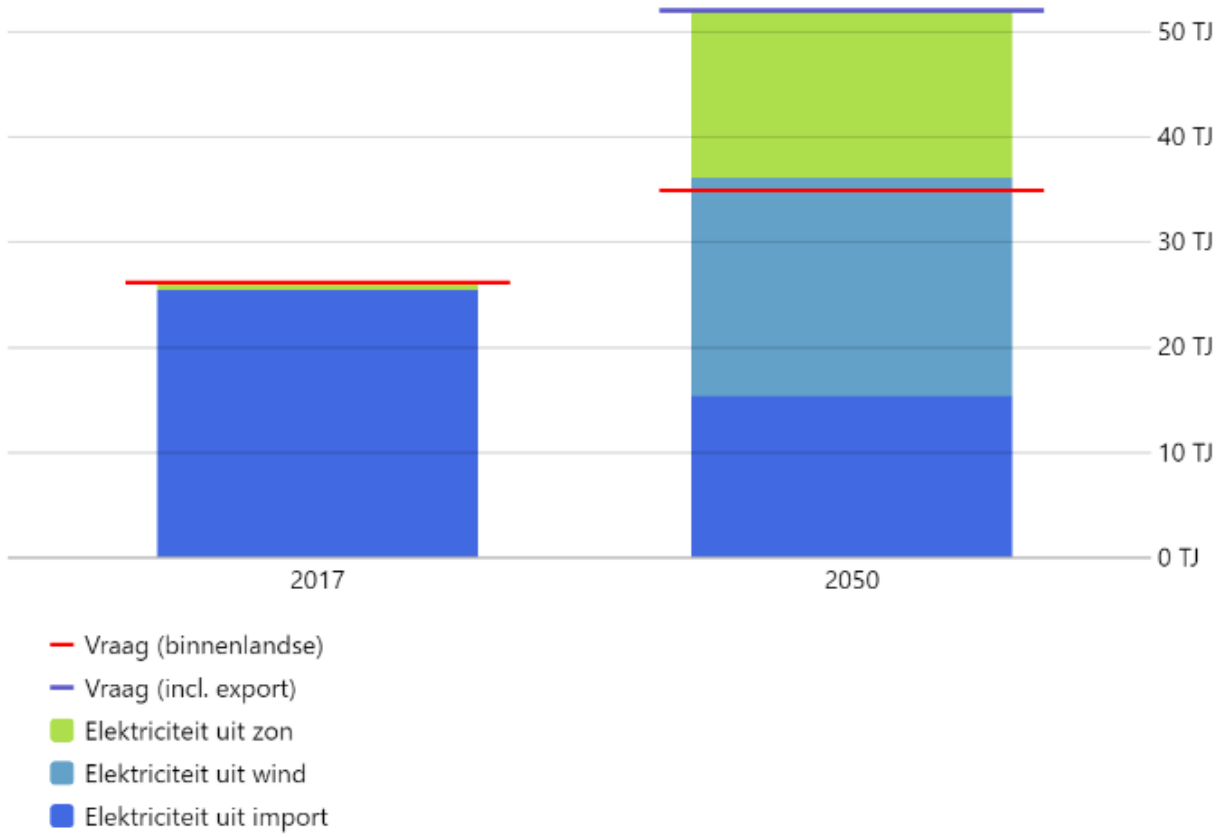
Wat betreft de oriëntatie van het zonneveld en type windmolens zijn meerdere configuraties mogelijk om aan de vraag van 25 TJ[8] te voldoen. Bijvoorbeeld met een Oost-west georiënteerd zonneveld[9] is ongeveer **5,6 ha** benodigd. Door de gunstige ligging van Schiermonnikoog dicht bij de zee is voor de opwek van windenergie één molen van 2 á 3 MW voldoende[10]. Andere opties zijn om meerdere kleinere windmolens te plaatsen in plaats van één grote. Tabel 3 laat zien wat de opwek voor kleinere molens is in vergelijking met een 2-3 MW windmolen. Ter vergelijking: Schiermonnikoog heeft tussen de **13-15 middelgrote (250 kW)** molens nodig ten opzicht van **één 2-3 MW windmolen** OF **166 – 250 kleine (15 kW) molens.**

[8] Circa 7.000.000 kWh per jaar
[9] Gemiddeld 125 kWh per m^2 per jaar bij oost west opstelling
[10] Opwek tussen de 5.000.000 – 7.500.000 kWh per jaar

Tabel 3 Kengetallen duurzame energieproductie (bron: RVO)

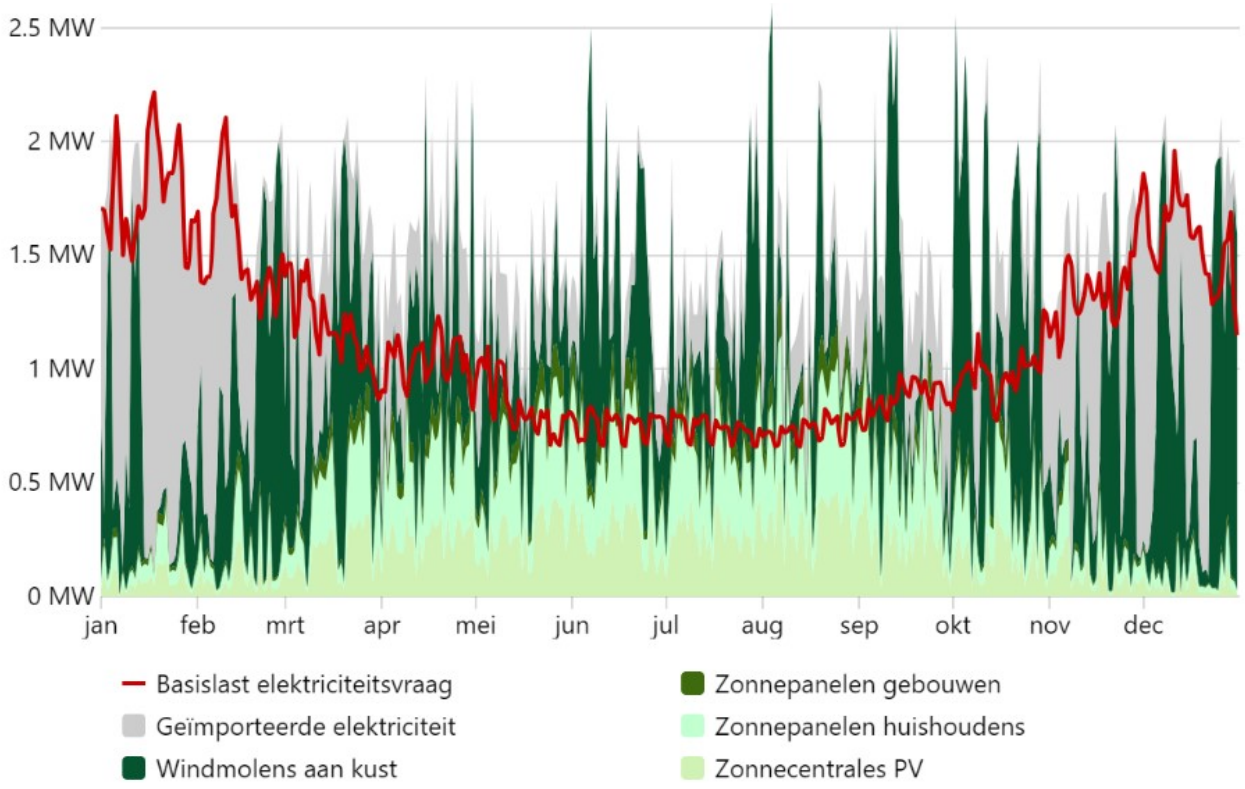
Duurzame energiebron	Oppervlakte/ashoogte	Vermogen (piek)	Opgewekte energie per jaar
Zon-PV zuid opstelling	1 ha	1 MW	1.500.000 kWh
Zon-PV oost-west opstelling	1 ha	1,5 MW	1.250.000 kWh
Windmolen 2-3 MW	70-125 meter	3 MW	5.000.000 - 7.500.000 kWh
Windmolen 250 kW	50 meter	0,250 MW	375.000 – 500.000 kWh
Windmolen EAZ	15 meter	0,015 MW	30.000 kWh

Een diepgaande analyse van de situatie op Schiermonnikoog is uitgevoerd nadat 2 MW aan windenergie was toegevoegd aan de al bestaande zonnepanelen. Dit helpt bij het beter afstemmen van de vraag naar en het aanbod van elektriciteit. Uit het model blijkt dat ongeveer 16 TJ aan zonne-energie wordt gegenereerd en nu ongeveer 21 TJ aan windenergie, wat bijdraagt aan het creëren van een energieneutraal eiland vanuit een elektrisch oogpunt. Vanwege de transportbrandstoffen is het eiland echter niet volledig energieneutraal. Daarnaast is de daadwerkelijke energieproductie nog niet gelijk aan de vraag. Buiten de zelfgeproduceerde elektriciteit is er nog een behoefte aan 15 TJ energie afkomstig van de wadkabel.



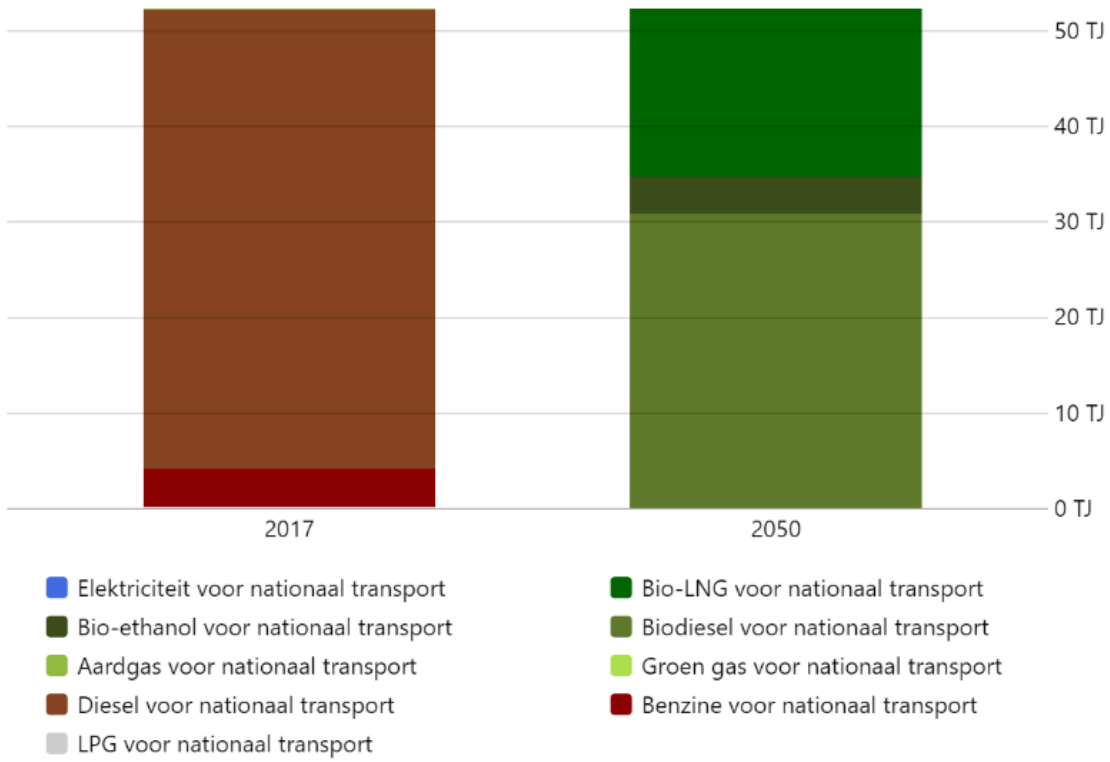
Figuur 9. Verdeling van de totale huidige en toekomstige vraag met 100% zon op dak & 2 MW zon op land & 2 MW windenergie

Figuur 10 illustreert het uur schema door het jaar heen in een situatie waar zonne-energie en windenergie zijn geïnstalleerd en de verwarming volledig elektrisch wordt verzorgd door warmtepompen. Uit de gegevens blijkt dat er een piek in de vraag naar energie is van 2,2 MW, terwijl de energielevering een piek bereikt van 2,6 MW.



Figuur 10. Totale verdeling op uur basis voor 100% zon op dak, 2 MW aan zon op land & 2 MW windenergie

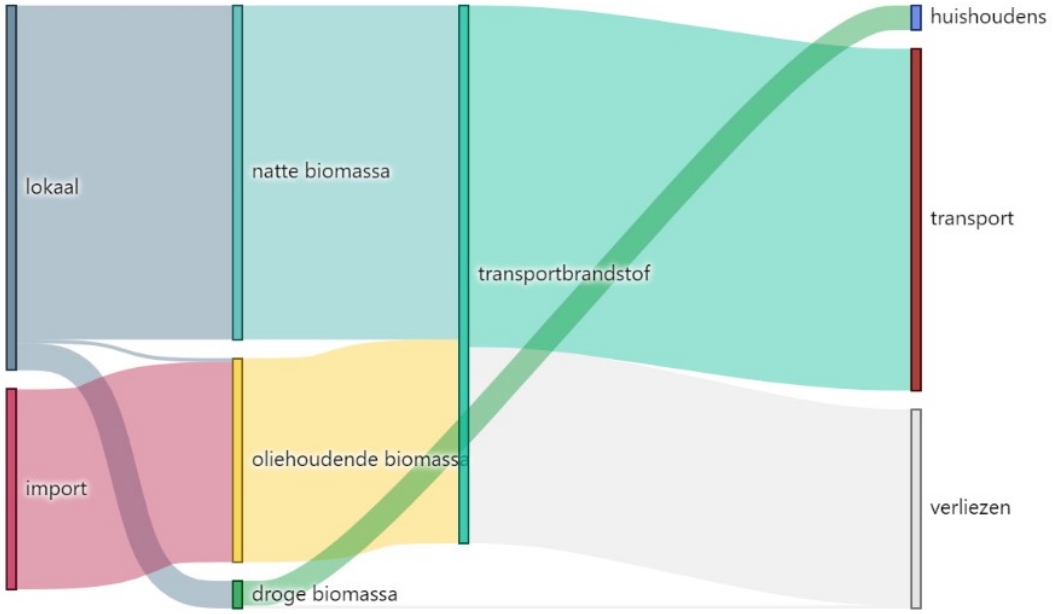
In Figuur 11 wordt de opdeling van transportbrandstoffen in dit scenario weergegeven. Het uitgangspunt hier is dat het aantal voertuigen en de afgelegde kilometers hetzelfde blijven, maar dat deze voertuigen nu op biobrandstoffen rijden. De gegevens tonen aan dat er ongeveer 18 TJ aan Bio-LNG, 4 TJ aan Bio-ethanol en 31 TJ aan Biodiesel nodig zullen zijn voor nationaal transport, inclusief bussen, vrachtverkeer, bestelwagens en scheepvaart.



Figuur 11. Brandstofverbruik in transport in 2050 t.o.v. 2017 (Bron: ETM)

Figuur 12 illustreert dat, om aan de volledige vraag van ongeveer 52 TJ aan transportbrandstof te voldoen, er naast de al bestaande 51 TJ aan natte biomassa, nog ongeveer 31 TJ aan oliehoudende biomassa geïmporteerd moet worden. Dit scenario veronderstelt dat alle beschikbare natte biomassa hiervoor wordt gebruikt.

In vergelijking met het vorige scenario, waarin de natte biomassa volledig werd ingezet om groen gas te produceren voor de verwarming van huishoudens en gebouwen, toont dit scenario een andere toepassing van de natte biomassa - namelijk voor de productie van transportbrandstoffen. Dit betekent dat in dit scenario de volledige voorraad van lokale natte biomassa, die eerst werd ingezet voor groen gasproductie, nu wordt aangewend voor de productie van transportbrandstoffen. Het verschil met het vorige scenario ligt dus in de toepassing van de natte biomassa. Daarnaast wordt de benodigde energie voor transport nu niet meer volledig lokaal geproduceerd, maar deels door de import van oliehoudende biomassa.



Figuur 12. Biomassastroom in 2050 voor de transportbrandstoffen (en het kleine aandeel hout voor kachels)

Samenvatting

In dit gemodelleerde scenario is alles behalve het transport geëlektrificeerd, een compromis tussen volledige biomassa en volledige elektrificatie. Hierbij zijn alle gebouwen volledig uitgerust met zonnepanelen, en wordt er rekening gehouden met ongeveer 2 MW aan zonnepanelen op boerderijstallen. Dit levert ongeveer 16 TJ aan elektriciteit op, wat bijna 40% van de totale elektriciteitsvraag van Schiermonnikoog in 2050 dekt.

Aanvullend wordt windenergie geproduceerd, met meerdere mogelijke configuraties, waaronder de installatie van een enkele windturbine van 2 tot 3 MW. De windenergieproductie levert ongeveer 21 TJ op, waardoor de totale productie van hernieuwbare energie op ongeveer 37 TJ uitkomt. Echter, er blijft een tekort van 15 TJ, dat gedekt moet worden door energie van de wadkabel.

Wat betreft transport, wordt er overgestapt op biobrandstoffen, waarbij lokale natte biomassa en geïmporteerde oliehoudende biomassa gebruikt wordt. In vergelijking met een vorig scenario, waarbij de natte biomassa gebruikt werd voor de productie van groen gas, wordt deze nu gebruikt voor de productie van transportbrandstoffen.

Het is belangrijk om op te merken dat er in dit scenario pieken in zowel de vraag naar als het aanbod van energie zijn. De piek in de vraag is 2,3 MW, wat binnen de capaciteit van de wadkabel valt. De piek van de terug levering is echter -2,6 MW, wat kan leiden tot spanningsproblemen in de huidige situatie. Na oplossing van deze spanningsproblemen kan Schiermonnikoog, op basis van dit scenario, energieneutraal worden zonder de wadkabel te verzwaren (maximaal vermogen -4,5 MW). Alles in overweging genomen, biedt dit scenario een pad naar een energieneutraal Schiermonnikoog, terwijl het evenwicht tussen vraag en aanbod wordt behouden en spanningsproblemen worden aangepakt.

Tabel 4. Samenvattende tabel scenario 2

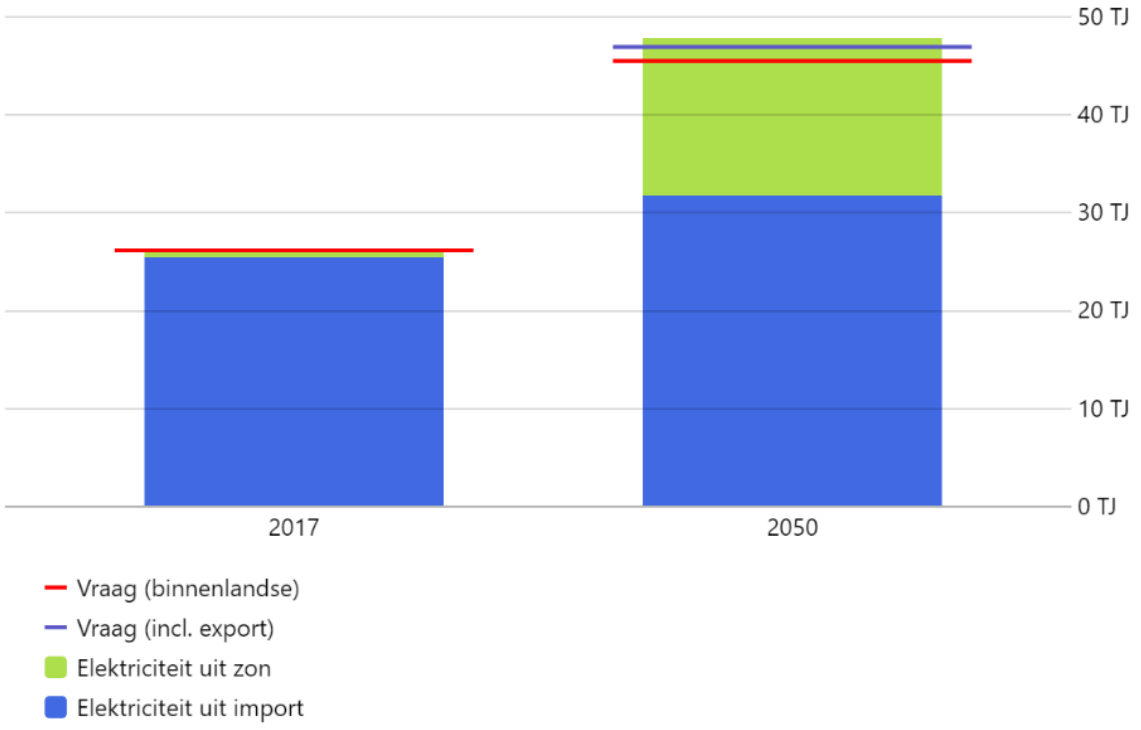
	Scenario 2	**Scenario 2**
	Zonder extra opwek	Elektrisch energieneutraal met zon en wind
Afname piek [MW]	2,2	2,2
Terug levering piek [MW]	-1,4	-2,6
Elektriciteitsvraag [MWh/jaar]	9.700	9.700
Transportbrandstoffen [MWh/jaar]	14.400	14.400
Groengasvraag [MWh/jaar]	0	0
Aantal huishoudens	780	780
Vermogen warmtepompen thermisch [MW]	5,5	5,5
Vermogen PV [MW]	4,5	4,5
Vermogen wind [MW]	0	2
Productie PV [MWh/jaar]	4.400	4.400
Productie wind [MWh/jaar]	0	5.800
Productie groengas [MWh/jaar]	0	0
Productie transportbrandstoffen [MWh/jaar]	5.800	5.800
Energieneutraal, inclusief transport [%]	42%	66%

6 Scenario 3: Verbruik, opwekking en mobiliteit elektrisch

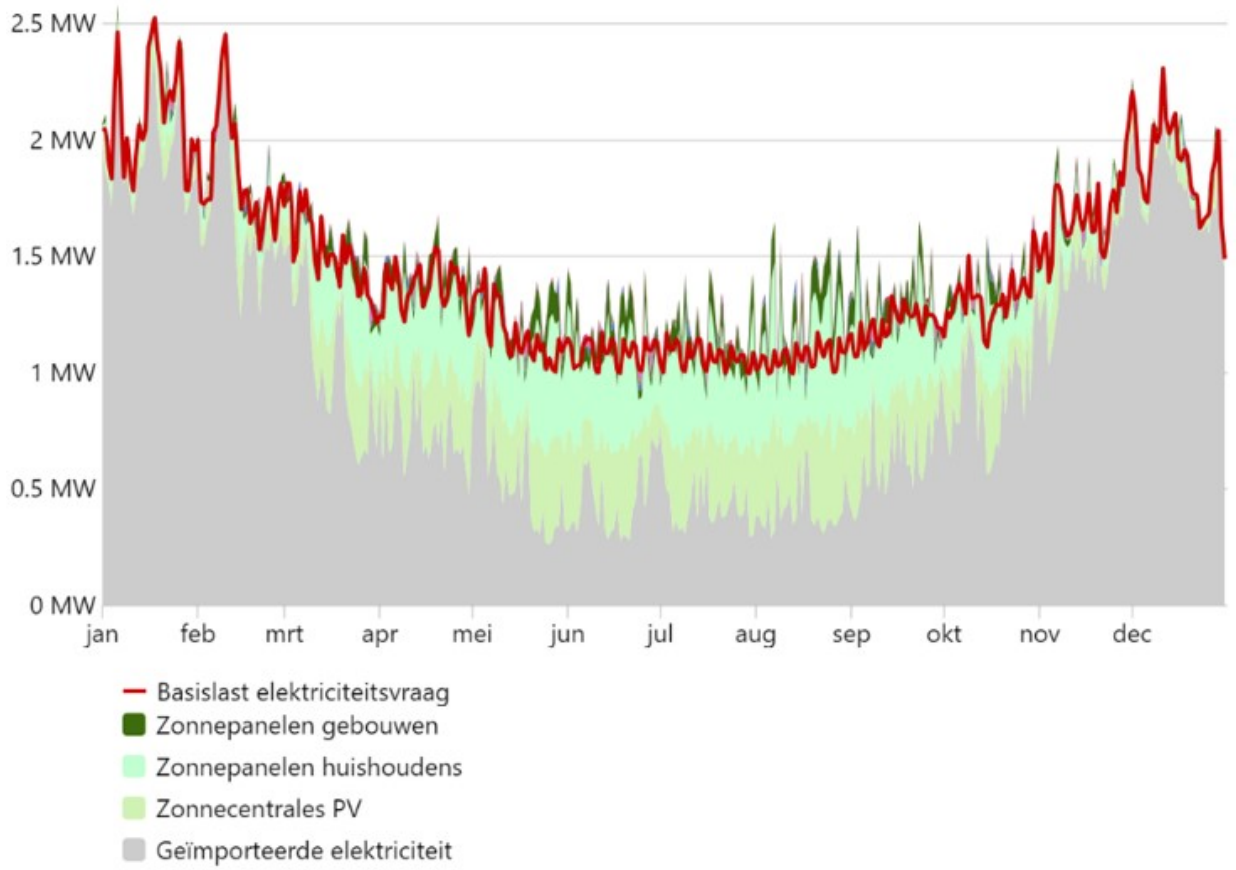
In dit scenario is het doel voor 2050 om de elektriciteitsvraag in te laten vullen door opwek door zon en wind en alle mobiliteit elektrisch. Hierbij zijn de vaardiensten buiten beschouwing gelaten. Vanuit Wagenborg is aangegeven dat de boten simpelweg te kort aan wal zijn in Schiermonnikoog om effectief geladen te worden.

Allereerst is gekeken naar de maximale capaciteit van zon voor 2050. Om het landgebruik zo efficiënt mogelijk in te vullen worden eerst de daken van de huizen en gebouwen voor 100% benut door zonnepanelen. Daarnaast is rekening gehouden met 2 MW aan al aanwezige zonnepanelen die momenteel op de boeren daken liggen.

De resultaten van de modellering staan in Figuur 13 als totaal en in Figuur 14 op uur basis. Met het aantal huizen en gebouwen dat nu op het eiland aanwezig is, betekent dit dat ongeveer 33% (16 TJ) van de elektriciteitsvraag kan worden ingevuld door zon op dak. De overige 66% (32 TJ) zal moeten worden geïmporteerd (zoals te zien is in elektriciteit uit import).



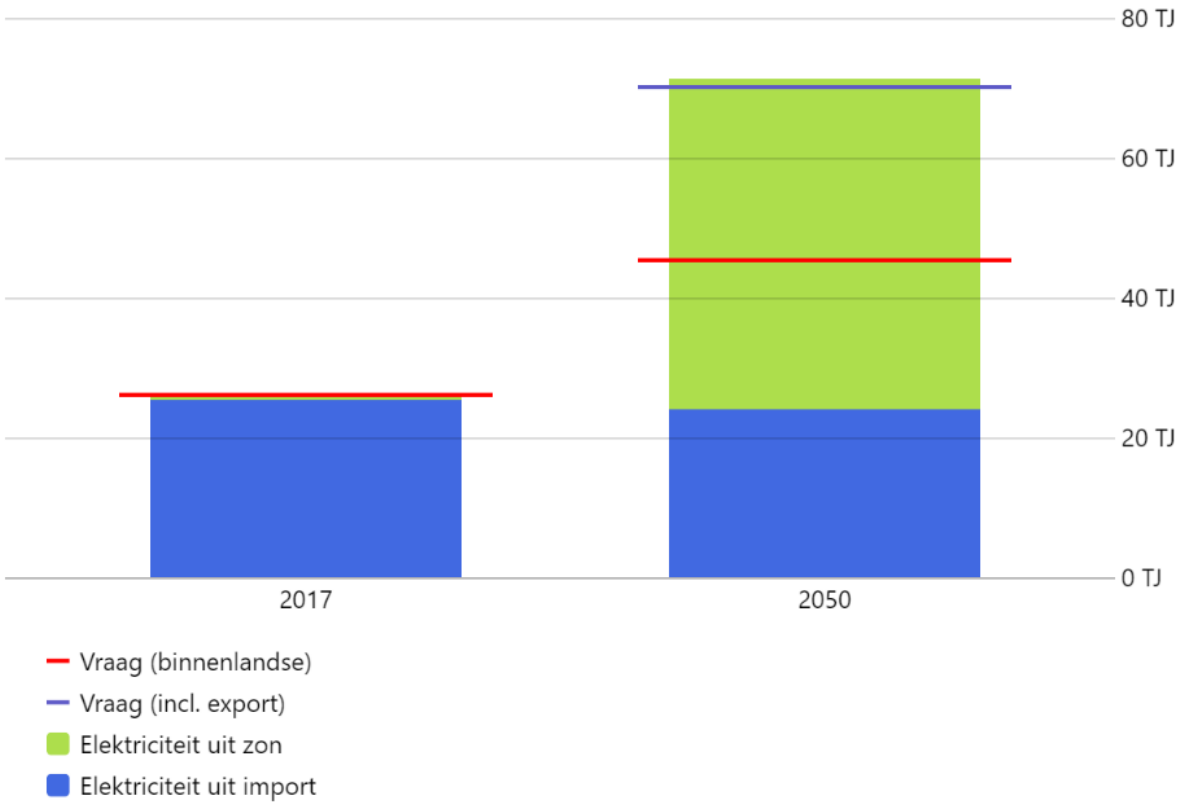
Figuur 13. Verdeling van de totale huidige en toekomstige vraag met 100% zon op dak & 2 MW bestaande zon op boeren daken



Figuur 14. Totale verdeling op uur basis voor 100% zon op dak & 2 MW op bestaande boeren daken

In de beschreven situatie wordt het doel van energieneutraliteit niet bereikt. Het enkel vervullen van de energiebehoefte met zonne-energie op daken blijkt onhaalbaar. Er is meer opwekking nodig om aan de energieneutrale doelstelling te voldoen. Om die reden is er gekeken naar het vervullen van de elektriciteitsbehoefte door middel van 100% zon op zowel particuliere als agrarische daken, en **10 MW extra op veldopstellingen.**

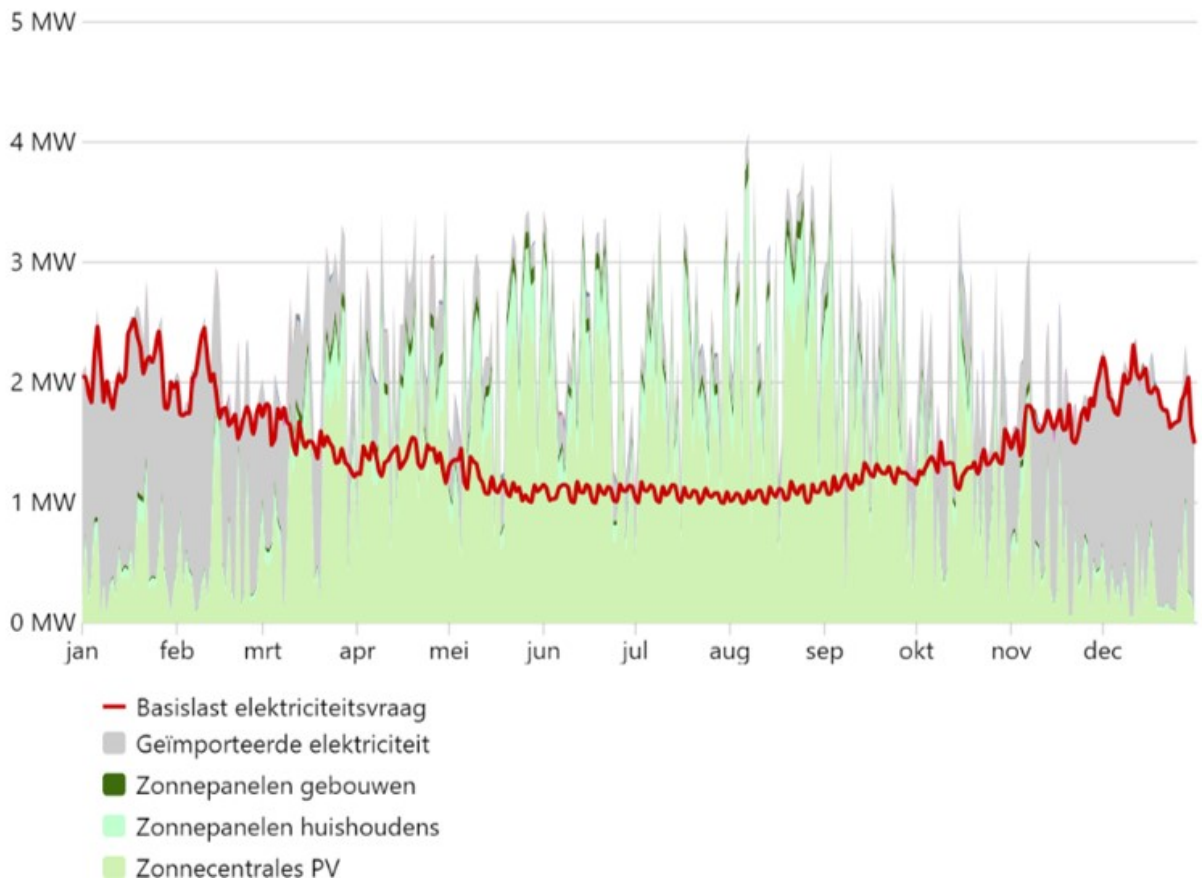
Er is berekend met de maximale potentie van zonne-energie op daken. Uit deze berekening blijkt al dat het niet mogelijk is om energieneutraal te worden, deze potentie wordt aanzienlijk lager wanneer alle beschermd dorpsgezicht uitgesloten worden van zon.



Figuur 15 Verdeling van de totale huidige en toekomstige vraag naar elektriciteit met 100% zon op dak & 12 MW zon op boeren daken & op veld

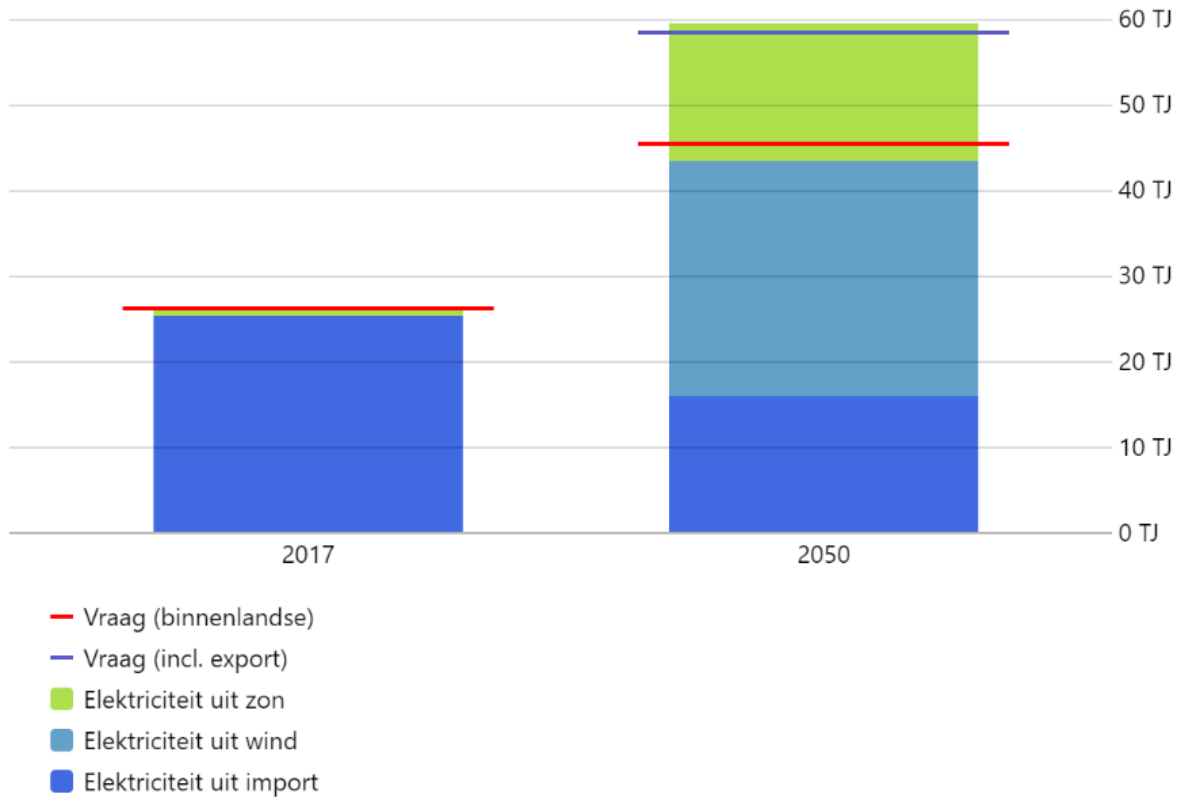
Om te voldoen aan de elektriciteitsbehoefte in 2050, moet er jaarlijks ongeveer 32 TJ[11] extra aan energie worden opgewekt. Met een oost-west georiënteerd zonneveld[12] is er ongeveer **7,1 ha** nodig en voor een zuidgeoriënteerd zonneveld[13] is ongeveer **5,9 ha** nodig om deze vraag op te voorzien. De investeringskosten voor een zonneveld van ongeveer 10 MW is ongeveer **4,9 miljoen euro**[14]. Deze oplossing zorgt voor een volledige dekking van de vraag. In werkelijkheid zal, zoals ook te zien is in Figuur 16 op uur basis, op de momenten in de winter zonder zon, nog steeds 100% van de elektriciteitsvraag moeten worden gedekt door andere bronnen. Op deze wijze wordt energieneutraliteit dan ook niet behaald.

[11] Ongeveer 8.900.000 kWh
[12] Gemiddeld 125 kWh per m^2 per jaar bij oost-west opstelling
[13] Gemiddeld 150 kWh per m^2 per jaar bij zuid opstelling
[14] https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2023-eindadvies-sde-plus-plus-2023-4814.pdf



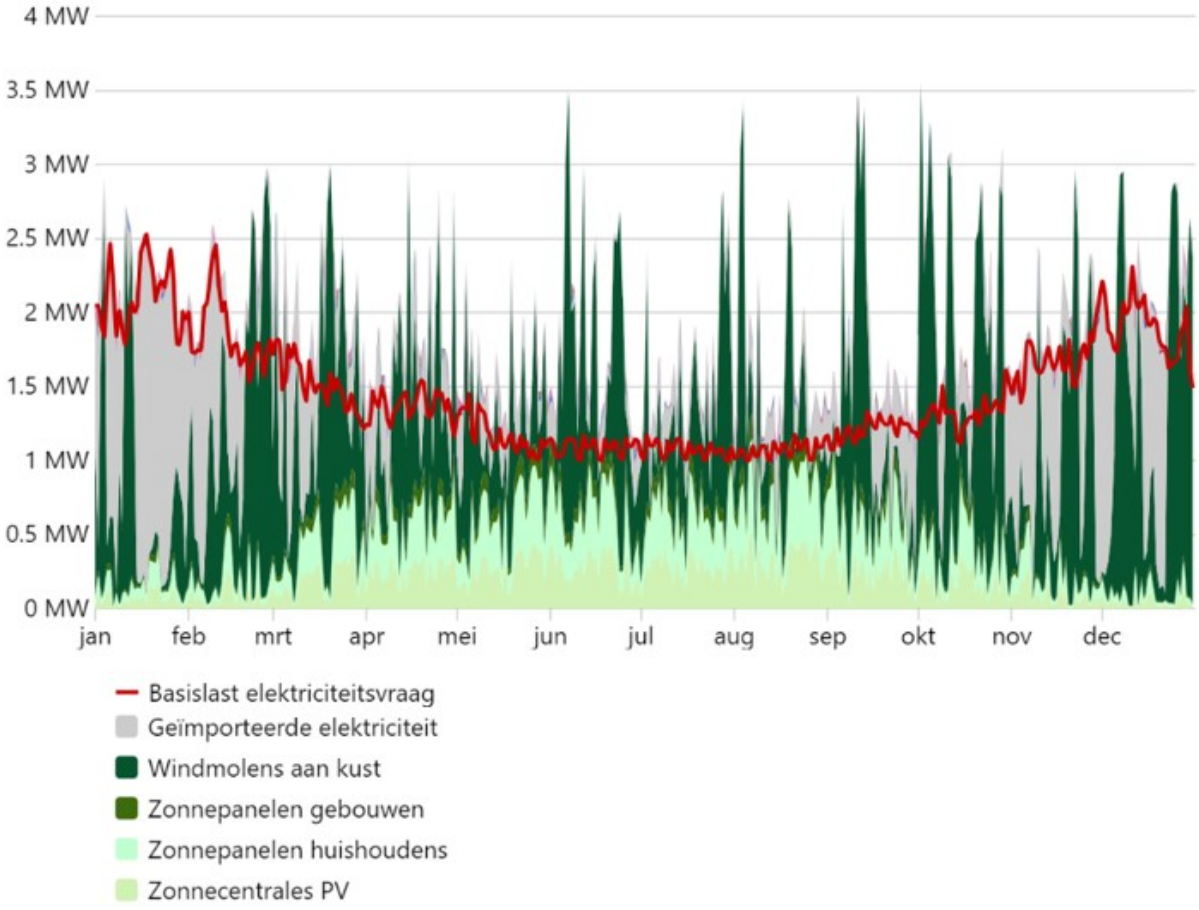
Figuur 16 Totale verdeling op uur basis voor 100% zon op dak, 2 MW zon op boeren daken en 10 MW zonneveld

Om de gehele (geïmporteerde) vraag van ongeveer 8.900 MWh op te brengen op Schiermonnikoog zijn ongeveer 3 MW aan windmolens nodig. Zoals te zien in Figuur 18 betekent dit dat ongeveer net zo veel elektra wordt terug geleverd aan het net als dat afgeleverd moet worden, kortom energieneutraliteit wordt behaald.



Figuur 17. Verdeling van de totale huidige en toekomstige vraag naar elektriciteit met 100% zon op dak, 2 MW zon op boeren daken & 3 MW windenergie

In Figuur 18 is te zien (in grijs) dat er nog steeds momenten zijn waarop geen wind aanwezig is. Om deze reden zal de volledige kabelcapaciteit aanwezig moeten blijven aangezien Figuur 16 laat zien dat ook op deze momenten windenergie niet voldoende energie opwekken.



Figuur 18. Totale verdeling op uur basis voor 100% zon op dak, 2 MW bestaande zon op boeren daken & 3 MW wind

Samenvatting

In het gepresenteerde scenario is gestreefd om tegen 2050 de elektriciteitsvraag volledig in te vullen met zonne- en windenergie, terwijl alle mobiliteit elektrisch wordt, met uitzondering van de veerdiensten. Het is vanuit Wagenborg aangegeven dat de boten simpelweg te kort aan wal zijn in Schiermonnikoog om effectief geladen te kunnen worden.

Primair werd gekeken naar de maximale capaciteit van zonne-energie voor 2050. Het streven is om het landgebruik zo efficiënt mogelijk in te vullen door eerst de daken van woningen en gebouwen voor 100% te benutten met zonnepanelen. Daarnaast is er rekening gehouden met 2 MW aan zonnepanelen die momenteel op boerderijdaken liggen.

Volgens de modellering (weergegeven in Figuur 13 en Figuur 14) kan ongeveer 33% (16 TJ) van de elektriciteitsvraag worden ingevuld met zonnepanelen op daken, gezien het huidige aantal woningen en gebouwen op het eiland. De resterende 66% (32 TJ) zou geïmporteerd moeten worden.

Echter, alleen het invullen van de vraag met zonne-energie op daken zal niet leiden tot het bereiken van het doel van energieneutraliteit. Daarom is er ook gekeken naar het voldoen aan de elektriciteitsvraag door gebruik te maken van 100% zon op het dak, zonnepanelen op boerendaken, en 10 MW extra op het veld (zie Figuur 15).

Om te voldoen aan de elektriciteitsbehoefte in 2050, moet er jaarlijks ongeveer 32 TJ extra aan energie worden opgewekt. Dit zou kunnen worden bereikt met een oost-west georiënteerd zonneveld van ongeveer 7,1 ha of een zuidgeoriënteerd zonneveld van ongeveer 5,9 ha. De investeringskosten voor een dergelijk zonneveld van ongeveer 10 MW bedragen naar schatting 4,9 miljoen euro. Echter, ondanks deze volledige dekking van de vraag, zal er in de winter, tijdens zon arme periodes, nog steeds 100% van de elektriciteitsvraag moeten worden gedekt door andere bronnen, zoals te zien is in Figuur 16. Energieneutraliteit wordt op deze manier dus niet bereikt.

Om de totale (geïmporteerde) vraag van ongeveer 8.900 MWh op Schiermonnikoog te dekken, zouden er ongeveer 3 MW aan windmolens nodig zijn. In dat geval kan de hoeveelheid zonne-energie op land drastisch verkleind worden of zelf volledig worden voorkomen. Dit zou betekenen dat er evenveel elektriciteit aan het net wordt terug geleverd als dat er wordt afgenomen, wat leidt tot het bereiken van energieneutraliteit, zoals te zien is in Figuur 17.

Echter Figuur 18 toont aan dat er momenten zijn waarop er geen wind is. Dit betekent dat de volledige piekvraagcapaciteit behouden moet blijven, aangezien Figuur 16 aantoont dat ook op deze momenten zonne-energie niet in staat is om voldoende energie op te wekken.

Tabel 5. Samenvattende tabel scenario 3

	Scenario 3	Scenario 3	Scenario 3
	Zonder extra opwek	Energieneutraal met zon	Energieneutraal met zon en wind
Afname piek [MW]	2,6	2,6	2,6
Terug levering piek [MW]	-1,4	-4	-3,5
Elektriciteitsvraag [MWh/jaar]	12.500	12.500	12.500
Transportbrandstoffen [MWh/jaar]	0	0	0
Groengasvraag [MWh/jaar]	0	0	0
Aantal huishoudens	780	780	780
Vermogen warmtepompen thermisch [MW]	5,5	5,5	5,5
Vermogen PV [MW]	4,5	14	4,5
Vermogen wind [MW]	0	0	3
Productie PV [MWh/jaar]	4.400	13.300	4.400
Productie wind [MWh/jaar]	0	0	7.500
Productie groengas [MWh/jaar]	0	0	0
Productie transportbrandstoffen [MWh/jaar]	0	0	0
Energieneutraal, inclusief transport [%]	35%	106%	95%

7 Duurzame energie op Schiermonnikoog

Het is essentieel om, naast het fysieke aspect van duurzame energie, te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn vanuit regelgeving en welke potentiële impact dit zal hebben op de natuur en ruimte. Gezien de beperkte ruimte en unieke natuurgebieden op de Waddeneilanden, die maar weinig voorkomen in andere delen van Nederland, richt dit hoofdstuk zich op de omgevingsverordening Fryslân, de effecten van windenergie op vogels en mogelijke maatregelen om deze effecten te verminderen.

7.1 Omgevingsverordening Fryslân

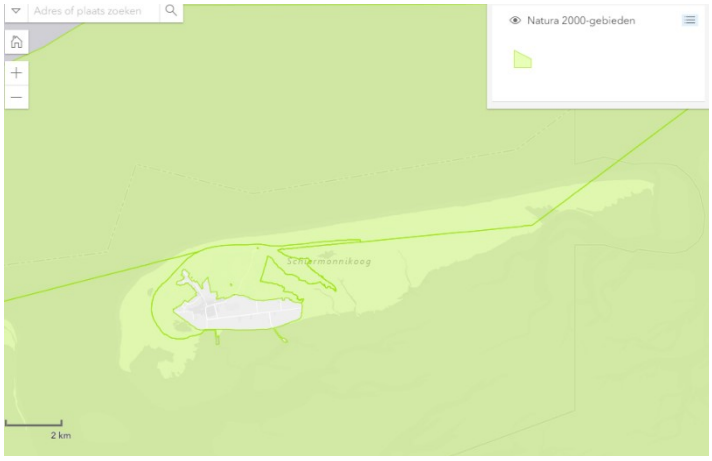
De omgevingsverordening is een wettelijk document dat alle provinciale voorschriften omvat met betrekking tot het gebruik van de fysieke leefomgeving in een specifieke regio[15]. Het bevat verschillende regels die van toepassing zijn op de Waddeneilanden.

Er zijn voorschriften verbonden aan bouwactiviteiten in het kustfundament, die worden uiteengezet in Artikel 2.35. Dit artikel benadrukt dat de eerder goedgekeurde regels in eerdere ruimtelijke plannen met betrekking tot herbouw, renovatie of uitbreiding van bestaande gebouwen in het kustfundament, evenals bouw- en gebruiksvoorschriften, nog steeds gelden. Het vermeldt ook dat een toename van het grondoppervlak tot 10 procent altijd toelaatbaar is. Het tweede deel van dit artikel stelt dat nieuwe bouwprojecten en uitbreidingen van bestaande gebouwen in het kustfundament zijn toegestaan in een omgevingsplan, zelfs als de uitbreiding meer dan 10 procent bedraagt. De voorwaarde is dat er een passende verantwoording is gegeven, er geen negatieve impact zal zijn op de stabiliteit van de kust en er is overlegd met de beheerder van de waterkering. De regels met betrekking tot bouwactiviteiten in deze verordening dienen te worden nageleefd[16].

Artikel 4.37 van de Omgevingsverordening Fryslân specificeert dat de Waddenzee en Schiermonnikoog zijn aangemerkt als stiltegebieden. Het voortbrengen van geluid dat de natuurlijke rust verstoort zonder een omgevingsvergunning van de Gedeputeerde Staten is niet toegestaan. Ook het gebruik van apparaten vermeld in Artikel 4.39 is verboden, met name sub paragraaf 1c kan relevant zijn. Dit sub paragraaf stelt dat motorisch aangedreven werktuigen met bijbehorende transportmiddelen, die worden gebruikt voor het aanleggen van kabels en pijpleidingen in of op de bodem, niet zijn toegestaan. Een omgevingsvergunning moet aangevraagd worden voor het installeren van energieprojecten en de tweede Wadkabel. Het laatste deel van het artikel stelt dat een omgevingsvergunning enkel wordt verleend in een eenmalig geval, dat een goede reden moet hebben om geluid te produceren of apparaten te gebruiken.

[15] https://www.fryslan.frl/_flysystem/media/omgevingsverordening-fryslan-2022.pdf
[16] https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.0088.SVSchiermonnikoog-VG01/b_NL.IMRO.0088.SVSchiermonnikoog-VG01.pdf

Daarnaast bepaalt Artikel 6.1, lid 3e van de Omgevingsverordening Fryslân dat het niet toegestaan is om windturbines te plaatsen op de Waddeneilanden. Echter, zonne-energie biedt wel mogelijkheden, gebaseerd op de zonneladder die een rangorde aanhoudt voor locaties: eerst op daken en gevels, vervolgens op gronden binnen bestaand stedelijk gebied, daarna op gronden met een andere primaire functie dan landbouw, en ten slotte op landbouwgronden of in natuurgebieden. De zonneladder is niet van toepassing bij opstellingen voor zonne-energie op bestaande bouwpercelen van een agrarisch bedrijf, bedrijf, horecagelegenheid, maatschappelijke voorziening of woning, mits het vermogen afgestemd is op het eigen energieverbruik op het perceel. Artikel 6.5, lid 1, beschrijft de locaties buiten het bestaand stedelijk gebied waar een PV-installatie kan worden opgesteld. De Waddeneilanden vallen onder een specifieke bepaling die afwijkingen van verschillende regels mogelijk maakt. Deze bepaling stelt dat een zonnepark niet gerealiseerd mag worden op gronden die deel uitmaken van een Natura 2000-gebied.



Figuur 19. Natura 2000 Schiermonnikoog

7.2 Invloed op de vogels

Elk jaar trekken miljoenen vogels naar het Waddengebied. Het gebied wordt bevolkt door verschillende vogelgroepen zoals meeuwen, sterns, steltlopers, lepelaars, eenden en ganzen, waaronder ook een aantal zeldzame soorten. Het is cruciaal om het Waddengebied goed te beschermen om de vogelpopulatie te behouden en de biodiversiteit te waarborgen. Op Schiermonnikoog bevinden zich specifieke Natura 2000-gebieden met bijbehorende vogel- en habitatrichtlijnen waarmee rekening moet worden gehouden.



Figuur 20. Natuurzones Schiermonnikoog

Het rapport "Kwetsbare soorten voor energie-infrastructuur in Nederland" (2018), gepubliceerd door de Wageningen Universiteit, biedt inzicht in bestaande kennis om de negatieve effecten van huidige en toekomstige energie-infrastructuur op kwetsbare soorten vogels, vleermuizen, zeezoogdieren en vissen te minimaliseren. Aangezien er behoefte is aan inzicht in de invloed van vogels op de drie voorgestelde scenario's, wordt de impact op vogels in dit hoofdstuk nader bekeken[17]. Windmolens vormen voor vogels een significant obstakel, aangezien ze leiden tot verlies van habitat en sterfte door botsingen. Om deze reden is het essentieel dat de keuze voor de locatie deel uitmaakt van een integrale aanpak, die rekening houdt met vogelgebieden, ontwerp en beheer om negatieve effecten op de vogelpopulatie te vermijden. De Omgevingsverordening Fryslân verbiedt het plaatsen van windturbines op de Waddeneilanden. Mochten er uitzonderingen gemaakt worden wat betreft het plaatsen van windturbines, dan moeten er voorzorgsmaatregelen getroffen worden. Volgens de Vogelbescherming is het cruciaal om de locatie zorgvuldig te selecteren en maatregelen zoals stilstand voorzieningen en draad- en rotormarkeringen te implementeren[18].

De installatie van zonneparken of het plaatsen van zonnepanelen kan ertoe leiden dat de betrokken locatie geheel of gedeeltelijk onbruikbaar wordt als habitat voor vogels. Dit is het gevolg van het verlies of de aantasting van het foerageer-, broed-, rust- en slaapgebied op land en water. Daarnaast kan de lichtabsorptie door de panelen een nadelig effect hebben op het onderwater- en bodemleven, wat op zijn beurt de


Bron: NRC

[17] https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/environmental-research/show-wenr/impact-van-windturbines-op-vogelsterfte-vaak-onderschat.htm

[18] https://www.vogelbescherming.nl/actueel/bericht/5-vragen-over-windenergie-en-vogels#:~:text=De%20belangrijkste%20mitigerende%20maatregel%20is,geen%20barri%C3%A8rewerking%20tot%20gevolg%20hebben

voedselvoorziening voor vogels kan beperken. Zonnevelden zijn meestal verboden op het eiland omdat het een Natura 2000 beschermd natuurgebied is.

7.3 Ruimtelijke impact

In het rapport worden verschillende formaten en vermogen genoemd van zonneparken, windturbines en vergistingsinstallaties. Om een beter beeld te geven wat de ruimtelijke impact zal zijn van deze technieken geeft dit hoofdstuk daar een uiteenzetting van.

7.3.1 Zonne-energie

Schiermonnikoog heeft een totale oppervlakte van ongeveer 199,07 km². Dit is gelijk aan 19.907 hectare. Als 10 hectare (of ongeveer 14-16 voetbalvelden) nodig is voor de zonnevelden, dan betekent dat dat ongeveer 0,05% (10 gedeeld door 19.907) van de totale oppervlakte van het eiland zou worden gebruikt voor deze zonnevelden.

Het is belangrijk om te op te merken dat dit een erg simplistische berekening is. In werkelijkheid zouden er verschillende factoren kunnen zijn, zoals milieuoverwegingen, de aanwezigheid van gebouwen, infrastructuur en natuurlijke landschapskenmerken, die de beschikbaarheid van land voor zonnevelden zouden kunnen beperken. Bovendien zou de werkelijke hoeveelheid land die nodig is voor de zonnevelden kunnen variëren op basis van factoren zoals de oriëntatie van de panelen en de efficiëntie van de gebruikte zonnepaneeltechnologie.



Zonnepark Ameland

Het zonnepark op Ameland, geopend in 2016, was op dat moment één van de grootste zonneparken van Nederland. Het park is ongeveer 10 hectare groot, wat overeenkomt met de grootte van ongeveer 14 tot 16 voetbalvelden. Het zonnepark bestaat uit 23.000 zonnepanelen en heeft een totaal geïnstalleerd vermogen van ongeveer 6 MW. Dit is voldoende om aan de jaarlijkse elektriciteitsbehoefte van ongeveer 1.500 huishoudens te voldoen.

Bron: EnergieVanOns

Aandachtspunten ontwikkeling zonne-energie i.v.m. de impact op natuur:

- Locatiekeuze: Een van de eerste stappen is het kiezen van de juiste locatie voor het zonnepark. Het is beter om locaties te kiezen die al zijn verstoord of gemodificeerd, zoals braakliggende landbouwgrond of industrieterreinen, dan ongerepte natuurlijke habitat.

- Habitatverbetering: Gebruik de ontwikkeling van zonneparken voor de verbetering van habitat van dieren. Bijvoorbeeld door het planten van inheemse struiken en grassen onder en rondom de zonnepanelen om een habitat voor vogels en andere dieren te creëren.
- Hou rekening met het broedseizoen: Zorg dat het bouwen van het zonnepark gebeurt buiten het broedseizoen van vogels.
- Ontwerp van het zonnepark: Het zonnepark kan zo worden ontworpen dat het een minimale impact heeft op het lokale ecosysteem. Dit kan betekenen dat er rekening wordt gehouden met lokale fauna bij het plannen van de lay-out, of dat er wordt gezorgd voor voldoende ruimte tussen de panelen om de beweging van dieren mogelijk te maken.
- Lichtabsorptie: Het gebruik van zonnepanelen met een lagere lichtreflectie kan helpen om verstoring van het onderwaterleven en het bodemleven te verminderen. Ook het toepassen van bifacial zonnepanelen die licht gedeeltelijk doorlaten kunnen de impact op de bodem verminderen. De werkelijke bijdrage wordt momenteel onderzocht[19]
- Monitoring en adaptief beheer: Na installatie van het zonnepark is het belangrijk om te blijven monitoren hoe de lokale fauna reageert, en aanpassingen te maken indien nodig.

7.3.2 Windenergie

Een windpark op Schiermonnikoog kan leiden tot significante ruimtelijke impact. Als rekening wordt gehouden met de noodzakelijke veiligheidsmarge rond elke turbine, zou een enkele windturbine een oppervlakte van ongeveer 400 vierkante meter innemen. Als de drie windturbines zoals beschreven in Scenario 3: Verbruik, opwekking en mobiliteit elektrisch geplaatst zouden worden, zou het totale oppervlak dat deze structuur inneemt, zich uitstrekken tot ongeveer 1200 vierkante meter of 0,12 hectare.

In termen die gemakkelijker te visualiseren zijn, komt dit oppervlak overeen met ongeveer een vijfde van een voetbalveld. Er moet echter ook rekening worden gehouden met de verticale invloed. De in Scenario 3: Verbruik, opwekking en mobiliteit elektrisch gebruikte windturbine kunnen een hoogte van wel 125 meter bereiken, equivalent aan de hoogte van een gebouw van meer dan 40 verdiepingen. Deze hoogte kan aanzienlijke visuele effecten veroorzaken en mogelijk uitgestrekte gebieden onderwerpen aan slagschaduw.

[19]https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/environmental-research/show-wenr/ecologisch-onderzoek-op-zes-innovatieve-zonneparken.htm

Windpark Hellevoetsluis

Gemeente Hellevoetsluis en Provincie Zuid-Holland hebben afgesproken 12 MW windvermogen te plaatsen. Na een quick-scan bleek locatie Haringvlietdam ongeschikt door betonblokken. Nu komt er een plan voor twee windturbines van max. 200m hoog, akkoord van gemeente en provincie. Deze turbines leveren genoeg stroom voor 11.000 huishoudens in Hellevoetsluis.

Bron: E-Connection



7.3.3 Vergistingsinstallaties

De ruimtelijke impact en voetafdruk van vergistingsinstallaties kunnen sterk variëren, afhankelijk van het soort installatie, het productievolume en de lokale regelgeving. Vergistingsinstallaties hebben ruimte nodig voor de daadwerkelijke vergister, opslag van het substraat en het eindproduct, en vaak ook voor technische installaties zoals motoren die het geproduceerde gas omzetten in elektriciteit.

Echter, als algemene richtlijn, kan een middelgrote mestvergistingsinstallatie, geschikt voor het verwerken van mest van ongeveer 800 dieren, een oppervlakte nodig hebben van 1 tot 2 hectare, of 10.000 tot 20.000 vierkante meter. Dit omvat de vergister zelf, opslagruimtes, technische installaties en mogelijk noodzakelijke bufferzones. Ter vergelijking: een voetbalveld is ongeveer 0.7 hectare (7.000 vierkante meter), dus een dergelijke vergistingsinstallatie zou iets groter zijn dan een voetbalveld. Wat betreft de potentiële opwek van energie, kan een dergelijke middelgrote installatie bij benadering ongeveer 3.000.000 kWh per jaar opwekken.

Vergistingsinstallaties en lokaal beleid[20]:

- Of een vergistingsinstallatie mogelijk is, hangt af van het bestemmingsplan. Als de installatie niet past, is een omgevingsvergunning of bestemmingsplanaanpassing nodig.
- De classificatie van mono vergisting hangt af van de regels van het bestemmingsplan; de gemeenteraad kan deze breed definiëren of mestvergistingsinstallaties specifiek toestaan.
- Het bestemmingsplan kan een wijzigingsbevoegdheid bevatten voor maatwerk bij de bouw van een mestvergistingsinstallatie.

[20] https://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/functies/mest/monovergisten-mest/#hdd0912eb-bd0d-4ec9-95b0-6ac666237b33

- De inpassing van de installatie hangt af van het bouwvlak en de landschappelijke inpasbaarheid, die varieert op basis van de lokale situatie en het gemeentebeleid.
- Ongelijkheden met het bestemmingsplan kunnen mogelijk worden opgelost via de omgevingsvergunning (artikel 2.12, eerste lid, onder a, onder 3° Wabo) of voor de ruimtelijke inpasbaarheid via artikel 2.12, eerste lid, onder a, onder 2° Wabo.



8 De rol van innovatieve energietechnieken

In dit hoofdstuk zijn verschillende innovatieve energietechnieken beschreven en kijken we naar de mogelijke toepassing van deze technieken. De focus ligt hierbij niet alleen op de veelbelovende technieken zelf, maar ook op hun ontwikkelingsstadia en de mate van volwassenheid, zoals gemeten door de Technology Readiness Levels (TRL's).

De TRL's, een beoordelingsschaal die oorspronkelijk is geïnitieerd door de National Aeronautics and Space Administration (NASA), voorzien in een genormaliseerde methodologie voor het meten van de volwassenheid en de bewezen prestaties van technologische vernieuwingen. De schaal omvat negen niveaus, beginnend bij TRL 1, waar basaal wetenschappelijk onderzoek wordt uitgevoerd, tot aan TRL 9, dat de fase van volledige testen en bewezen technologieën vertegenwoordigt, die gereed zijn voor commerciële exploitatie.

De relevantie van TRL's bij de beoordeling van het potentieel en de implementeerbaarheid van nieuwe energietechnologieën is essentieel. Ze verschaffen een objectieve beoordeling van de vooruitgang van technologische innovaties, wat een cruciaal aspect is bij het anticiperen op hun toekomstige implementatie en effectiviteit.

8.1 Technology Readiness Level

Het Technology Readiness Level (TRL), ofwel Technologie Levensvatbaarheidsniveau, is een schaal die wordt gebruikt om de rijpheid en technische volwassenheid van een technologie of innovatie te beoordelen. Het TRL-niveau varieert van 1 tot 9, waarbij elke fase een specifieke status en kenmerken van technologische ontwikkeling vertegenwoordigt[21].

- **TRL 1 - Basisonderzoek**

Dit stadium omvat fundamenteel onderzoek en observaties. De technologie is nog in de conceptfase en er zijn geen praktische toepassingen. Het kan gebaseerd zijn op theoretische modellen of laboratoriumexperimenten.

- **TRL 2 - Technologieconceptvorming:**

In dit stadium wordt het concept verder verfijnd en worden mogelijke toepassingen geïdentificeerd. Het gaat om het ontwikkelen van initiële experimentele prototypen of modellen.

- **TRL 3 – Laboratorium proof-of-concept:**

Hier wordt de technologie gevalideerd in een laboratoriumomgeving om te bewijzen dat het concept werkt. Het kan zich nog steeds beperken tot kleine schaal experimenten.

- **TRL 4 - Component- of subsysteemvalidatie:**

In dit stadium worden de technologische componenten of subsystemen getest en geëvalueerd in een relevante omgeving. Het doel is om de werking en prestaties van afzonderlijke elementen te bewijzen.

[21] https://www.rvo.nl/onderwerpen/trl

- **TRL 5 - Systeemvalidatie in relevante omgeving:**

De technologie wordt getest in een relevante operationele omgeving om de interactie tussen componenten en subsystemen te onderzoeken en te optimaliseren. Het systeem wordt nog steeds geavanceerder en geoptimaliseerd.

- **TRL 6 - Systeemdemonstratie in een operationele omgeving:**

Hier wordt de technologie gedemonstreerd in een realistische operationele omgeving. Het systeem is volledig functioneel en geoptimaliseerd om te bewijzen dat het in praktische situaties kan werken.

- **TRL 7 - Systeemdemonstratie in een operationele omgeving van prototype:**

Een prototype van de technologie wordt in een operationele omgeving getest om de prestaties en betrouwbaarheid te bevestigen. Het prototype kan enigszins verschillen van de uiteindelijke commerciële versie.

- **TRL 8 - Technologie- en productkwalificatie:**

Hier wordt de technologie gekwalificeerd voor productie en commercieel gebruik. Het voldoet aan alle vereisten en normen voor commerciële toepassingen.

- **TRL 9 - Commerciële inzet:**

Op dit hoogste niveau is de technologie volledig ontwikkeld, getest en gevalideerd. Het wordt op grote schaal geïmplementeerd en is beschikbaar voor commercieel gebruik.

Het TRL-niveau is een belangrijk instrument voor onderzoekers, ingenieurs en beleidsmakers om de vooruitgang van technologische ontwikkeling te meten en te vergelijken. Naarmate een technologie zich op de TRL-schaal omhoog beweegt, neemt de mate van risico en onzekerheid af, terwijl de kans op succesvolle implementatie en bredere toepassing toeneemt. Het is cruciaal om te begrijpen in welk TRL-stadium een technologie zich bevindt om de juiste investeringen, ondersteuning en planning te waarborgen.

8.2 Innovatieve technieken

In dit deel worden acht vooruitstrevende energietechnologieën besproken, evenals de geschatte Technology Readiness Level (TRL) waarop ze zich bevinden. Naast deze technologieën zijn er verscheidene innovatieve toepassingen mogelijk met betrekking tot gangbare technieken, zoals dak windturbines, zonnecarports en de combinatie van zonne-energie en landbouw. Echter, de daadwerkelijke impact van deze methodes is van zo'n geringe omvang dat het onwaarschijnlijk is dat zij een aanzienlijke invloed zullen hebben op de energietransitie.

8.2.1 Kernfusie

Kernfusie wordt wereldwijd erkend als een technologie met een enorm potentieel voor de toekomst van energieproductie, vanwege zijn belofte van een schone, veilige en bijna onuitputtelijke energiebron. Ondanks de substantiële vooruitgang in onderzoeksinitiatieven zoals het ITER-project en het National Ignition Facility (NIF), bevindt kernfusie zich nog steeds in een relatief vroege ontwikkelingsfase. Het wordt geschat dat deze technologie momenteel een Technology Readiness Level (TRL) van 3-4 heeft, aangezien de uitdagingen op het gebied van plasmafysica en materiaalwetenschap nog moeten worden overwonnen.

Kernfusiecentrales zijn nog in ontwikkeling, dus de exacte specificaties zijn moeilijk te geven. Echter, in theorie zou een kernfusiecentrale miljoenen kilowattuur (kWh) kunnen produceren op een relatief klein oppervlak, met minimale milieu-impact.

De implementatie van kernfusie zou grote, complexe faciliteiten vereisen voor de reactoren zelf. Daarnaast zou er ondersteunende infrastructuur nodig zijn voor koeling, energieopwekking en -distributie, en mogelijk voor het beheer van nucleair materiaal. De potentiële impact op het elektriciteitsnet zou echter minimaal zijn, aangezien kernfusie als een basislaststroombron zou kunnen fungeren.

8.2.2 Waterstofenergie en brandstofcellen

Hoewel de technologieën voor waterstofenergie en brandstofcellen in verschillende toepassingen een hoge TRL hebben bereikt (ongeveer 8-9), blijft de productie van 'groene' waterstof door middel van elektrolyse aangedreven door hernieuwbare energie een opkomend gebied van onderzoek. Deze technologie wordt momenteel geschat op een TRL van ongeveer 5-7[22].

Brandstofcellen kunnen een energie-efficiëntie bereiken van ongeveer 60%, en groene waterstofproductie via elektrolyse kan een efficiëntie bereiken van ongeveer 70-80%. De energieopslagdichtheid van waterstof is ongeveer 33,3 kWh per kilogram, wat hoger is dan veel andere energieopslagmethoden, maar de volumetrische energiedichtheid is laag.

De implementatie van waterstofenergie vereist infrastructuur voor de productie, opslag, distributie en het gebruik van waterstof. Dit kan omvatten: elektrolysers voor de productie van waterstof, opslagfaciliteiten (zoals tanks of ondergrondse opslag), pijpleidingen of andere transportmethoden, en brandstofcellen voor het gebruik van de waterstof.

8.2.3 Geavanceerde zonne-energie technologieën

Hoewel traditionele zonne-fotovoltaïsche technologieën volwassen zijn (TRL 9), worden andere technologieën zoals perovskiet zonnecellen en PV-T-technologie (fotovoltaïsche thermische technologie, die zowel licht als warmte omzet in energie) nog ontwikkeld. Deze technologieën hebben naar schatting een TRL van ongeveer 4-6[23].

Perovskiet zonnecellen hebben een energie-efficiëntie tot 25,2%, maar de verwachting is dat dit in de toekomst oploopt tot 34%. Traditionele zonnepanelen hebben meestal een vermogen van 250-500 watt per paneel en een efficiëntie van ongeveer 15-20%. Dit betekent dat ze ongeveer 150-280 kWh per m² per jaar kunnen produceren, afhankelijk van de locatie.

---

[22] https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_3K37_Waterstofroutes_Nederland_def.pdf

[23] https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i34442/oxford-pv-vestigt-nieuw-wereldrecord-zonnecellen-van-perovskiet-en-silicium

Zonne-energie installaties kunnen worden geplaatst op daken van gebouwen (dak installaties) of op land (grondinstallaties). De impact op de infrastructuur kan variëren afhankelijk van de omvang en het type installatie. Het grootste effect op het elektriciteitsnet is dat zonne-energie intermitterend is, wat betekent dat er energieopslag en/of flexibele back-upgeneratie nodig is.

8.2.4 Energieopslag

Lithium-ion batterijtechnologieën zijn al commercieel beschikbaar en hebben een TRL van 9. Echter, er zijn diverse innovatieve energieopslagtechnologieën in ontwikkeling, waaronder flowbatterijen, solid-state batterijen en zelfs meer experimentele concepten zoals zwaartekracht gebaseerde opslag en supercondensatoren. De geschatte TRL voor deze technologieën varieert van ongeveer 4-7[24].

De energie-efficiëntie van lithium-ion batterijen is ongeveer 90-95%, en hun energiedichtheid is ongeveer 150-200 Wh per kilogram. Flowbatterijen hebben een efficiëntie van ongeveer 70-80% en een lagere energiedichtheid van ongeveer 20-70 Wh per kilogram.

Energieopslag, zoals batterijen, kan op verschillende punten in het elektriciteitsnet worden geplaatst, van grootschalige opslagfaciliteiten tot kleinere opslag bij eindgebruikers. Ze helpen de netstabiliteit te handhaven en maken het mogelijk om intermitterende hernieuwbare energiebronnen beter te benutten.

8.2.5 Koolstofopvang en -opslag (CCS)

CCS-technologieën hebben als doel de hoeveelheid CO2 in de atmosfeer te verminderen door deze op te vangen en op te slaan. Hoewel sommige CCS-technieken een relatief hoge TRL hebben bereikt (7-8), bevinden andere zich nog in de experimentele fase (3-4)[25].

De efficiëntie van CCS hangt af van de specifieke technologie. Over het algemeen kan CCS ongeveer 80-90% van de CO2-emissies van een energiecentrale opvangen.

CCS vereist een aanzienlijke infrastructuur, waaronder installaties voor de opvang van CO2, transport (meestal via pijpleidingen), en opslaglocaties, die vaak diepe geologische formaties zijn.

8.2.6 Power-to-X (P2X)

P2X-technologieën converteren overtollige elektriciteit, vaak geproduceerd door hernieuwbare bronnen zoals wind- of zonne-energie, in andere vormen van energie of brandstof, zoals waterstof, methaan of zelfs

[24]https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-06/Routekaart-Energieopslag.pdf
[25]https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/134873106/Online_version_TUD_Dissertation_R.sharifian_24102022.pdf

vloeibare brandstoffen. De TRL van deze technologieën kan sterk variëren, afhankelijk van de specifieke technologie en toepassing, maar wordt over het algemeen geschat tussen TRL 4-7[2627].

De energie-efficiëntie van P2X is zeer variabel en hangt af van de specifieke technologie. Over het algemeen kan het rendement variëren van ongeveer 40% voor power-to-gas tot 70% voor power-to-heat.

P2X kan een brede reeks infrastructuur vereisen, afhankelijk van de specifieke technologie en toepassing. Dit kan variëren van elektrolysers en methanatoren tot chemische synthese-installaties.

8.2.7 Kleine Modulaire Reactoren (SMR)

Kleine Modulaire Reactoren (SMR's) zijn een type kernreactor dat kleiner is dan conventionele reactoren en ontworpen is om te worden gebouwd in fabrieken en naar de locatie te worden vervoerd. SMR's worden gezien als een manier om de kosten en bouwtijden van kerncentrales te verlagen en veiliger te maken. Hoewel er enkele demonstratieprojecten en prototypen zijn, is de technologie over het algemeen nog niet commercieel beschikbaar. De geschatte TRL is ongeveer 6-7, afhankelijk van het specifieke ontwerp van de SMR[2829].

SMR's variëren in grootte, maar zijn over het algemeen ontworpen om tussen de 50 en 300 MWe (Megawatt elektrisch) te produceren, hoewel sommige ontwerpen een capaciteit tot 500 MWe hebben.

SMR's hebben minder ruimte nodig dan traditionele kerncentrales, maar vereisen nog steeds een aanzienlijke infrastructuur, waaronder de reactoren zelf, systemen voor koeling en energieopwekking, en infrastructuur voor het beheer van nucleair materiaal.

8.2.8 Getijde-energie

Getijdenenergie benut de op-en-neergaande bewegingen van water, veroorzaakt door de zwaartekracht van de maan en de zon. Het installeren van getijdencentrales vereist belangrijke infrastructuurwijzigingen, zoals zee turbines en elektriciteitsaansluitingen. Deze energievorm heeft een vergelijkbare impact op het net als andere hernieuwbare bronnen, maar is voorspelbaar. Een getijdenturbine kan ongeveer 300-600 kW produceren, afhankelijk van de stroomsnelheid en de grootte van de turbine. De energieproductie kan variëren afhankelijk van de getijdencondities, maar getijdenenergie heeft het voordeel dat het voorspelbaar is.

---

[26]https://www.storeandgo.info/fileadmin/downloads/deliverables_2020/20200713-STOREandGO_D8.10_DVGW_Roadmap_and_policy_recommendations_for_PtG_in_the_EU_up_to_2050.pdf

[27]https://flie.nl/wp-content/uploads/2022/03/Fieldlab-Industrial-Electrification-Power2Heat-productielijn-Digitale-flyer.pdf

[28] https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149197013001303

[29]https://www.researchgate.net/publication/370398370_Nuclear_Power_Plant_to_Support_Indonesia's_Net_Zero_Emissions_A_Case_Study_of_Small_Modular_Reactor_Technology_Selection_Using_Technology_Readiness_Level_and_Levelized_Cost_of_Electricity_Comparing_Me/download

Er zijn twee soorten getijdenenergie:

1. Getijdenstroomenergie: Dit type energie maakt gebruik van de horizontale beweging van het water tijdens de getijden. Dit wordt meestal gedaan met behulp van onderwater turbines, vergelijkbaar met windturbines, die stroom opwekken als ze door het bewegende water draaien.
2. Getijdenslagenergie: Dit type energie maakt gebruik van de verticale beweging van het water. Meestal wordt dit gedaan met behulp van dammen of "getijdenstroomcentrales" die energie opwekken als het water stijgt en daalt in een bassin.

Voordelen van getijdenenergie:

- Voorspelbaarheid: In tegenstelling tot wind- en zonne-energie, zijn de getijden van de oceaan zeer voorspelbaar, waardoor de opgewekte energie betrouwbaarder is.
- Duurzaamheid: Getijdenenergie is een hernieuwbare energiebron, omdat het getijdenpatroon wordt aangedreven door de zwaartekracht van de maan;
- Hoge energiedichtheid: Water is ruim 800 keer dichter dan lucht, wat betekent dat een getijdenturbine veel minder groot hoeft te zijn dan een windturbine om dezelfde hoeveelheid energie op te wekken.

Nadelen van getijdenenergie:

- Hoge kosten: De technologie en de installatie van getijdenenergieprojecten kunnen duur zijn.
- Milieueffecten: Getijdencentrales kunnen lokale ecosystemen verstoren door veranderingen in zoutgehalte, waterstroming en sedimentafzetting.
- Locatie-specifiek: Niet alle kustgebieden zijn geschikt voor getijdenenergie. De beste locaties zijn gebieden met grote verschillen tussen hoog- en laagwater.

De Technology Readiness Level (TRL) van getijdenenergie is op dit moment (2023) nog relatief laag in vergelijking met andere hernieuwbare energiebronnen zoals wind en zon. De technologie wordt echter steeds volwassener en commerciële toepassingen worden over de hele wereld getest en geïmplementeerd. Om die reden ligt de verwachte TRL ergens tussen de 6-9, afhankelijk van de verschillende varianten [30].

[30]https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Dec/IRENA_Innovation_Outlook_Ocean_Energy_2020.pdf

9 Conclusie

Hieronder volgt een uiteenzetting van de belangrijkste conclusies die gedaan kunnen worden op basis van de drie verkende scenario's:

1. **Ondanks de bestaande uitdagingen is het haalbaar voor de gemeente Schiermonnikoog om energieneutraal te worden met de huidige wadkabel**

- Op basis van de huidige premissen, zou de volledige elektrificatie binnen het meest extreme scenario (3) een fysiek realiseerbare weg naar energieneutraliteit voor de gemeente Schiermonnikoog bieden.
- Het vertrouwen op het potentieel van uitsluitend zonne-energie via dak installaties is ontoereikend om de doelstelling van energieneutraliteit te realiseren.
- Om deze balans te bereiken, is het noodzakelijk dat de gemeente een combinatie van zonne- en windenergie ondersteunt.
- De bestaande spanningsproblemen vormen momenteel een belangrijk obstakel die pas volledig opgelost zal worden in 2029. Tot dat moment zijn kleine/middelgrote energieprojecten enkel mogelijk i.c.m. batterij-opslag en speciale contractvormen.

2. **De gemeente moet een combinatie van zonne- en windenergie ondersteunen om de druk op de wadkabel te minimaliseren en een betere afstemming met het energieverbruiksprofiel te bereiken.**

- Volgens het meest extreme scenario heeft de gemeente 10 ha aan oost-west gerichte zonnevelden of 5 MW aan windenergie nodig om energieneutraal te worden.
- De elektrificatie van mobiliteit zal een aanzienlijke impact hebben op de elektriciteitsvraag op Schiermonnikoog (+/- 1 MW). Echter, dit zal geen problemen veroorzaken, mits Liander de spanningsproblemen aanpakt.

3. **Piekproductie kan potentiële problemen creëren, iets waar de gemeente rekening mee moet houden**

- Vanuit het oogpunt van energieproductie kunnen piekmomenten problematisch zijn, hoewel deze slechts 1% van de totale jaarlijkse productie vertegenwoordigen.
- Zoals eerder vermeld, zal de elektrificatie van mobiliteit een aanzienlijke impact hebben op de elektriciteitsvraag op Schiermonnikoog (+/- 1 MW).

4. **De huidige regelgeving (Provinciale verordening Romte) verhindert Schiermonnikoog van het bereiken van energieneutraliteit; een kwestie waar de gemeente op moet acteren**

- De huidige Provinciale Omgevingsverordening verbiedt de installatie van middelgrote en grote windturbines op Schiermonnikoog. Zonder deze turbines is het voor de gemeente onmogelijk om energieneutraliteit te bereiken.

- Zoals aangetoond in dit rapport, heeft de gemeente Schiermonnikoog behoefte aan 13-15 middelgrote (250 kW) turbines, één enkele 2-3 MW turbine, of 166-250 kleine (15 kW) turbines.

5. Beschikbare oppervlak zorgt voor uitdagingen

- Het beperkte gebied op Schiermonnikoog dat beschikbaar is voor duurzame energieontwikkeling vergroot de uitdaging voor de gemeente om de gestelde energiedoelstellingen te bereiken. Hiervoor is een combinatie van 10 ha zonne-energie en één of meerdere windmolens vereist.

6. Verschillende innovatieve technieken bestaan, maar grootschalige commerciële toepassing is nog niet aanwezig (TRL 9).

- Het vervangen van zon of wind zal op dit moment niet gebeuren. Deze technieken hebben zich bewezen en worden steeds efficiënter
- Aankomende innovatieve technieken hebben hun eigen specifieke uitdagingen, waardoor korte termijn uitrol op grote schaal niet realistisch lijkt.

10 Aanbevelingen

De gemeenteraad van de gemeente Schiermonnikoog zal een aantal belangrijke vragen dienen te beantwoorden. In onderstaande tabel staan deze vragen beschreven met daarbij de belangrijkste aandachtspunten op basis van dit onderzoek en de voor- en nadelen van een dergelijke keuze.

Het onderzoek heeft aangetoond dat het eiland **niet** energieneutraal kan worden wanneer enkel op duurzame gassen en brandstoffen gefocust wordt. Echter het is wel mogelijk om energieneutraal te worden met een combinatie van zon- en windenergie. De dak potentie op Schiermonnikoog is daarnaast onvoldoende om te kunnen voldoen aan de energievraag en het energieprofiel van zonne-energie is ongeschikt om de volledige vraag in te kunnen vullen.

Een aantal essentiële algemene adviezen dienen op voorhand aan de gemeente meegegeven te worden:

- Stimuleer vraagbeperking en energie-efficiëntie;
- Diversifieer energiebronnen voor een veerkrachtig energiesysteem;
- Zorg voor balans tussen energieopwekking en energieverbruik;
- Om energieneutraal te worden is het nodig om met provincie Fryslân in gesprek te gaan voor de realisatie van een windmolen;
- Betrek inwoners en belanghebbenden in het proces en zorg voor lokaal eigendom.
- Grote energieprojecten zijn niet mogelijk i.v.m. heersende spanningsproblematiek. Op dit moment is slechts 500-1000 kWp terug levering mogelijk aan terug levering. Batterij opslag kan hier een bijdrage spelen in het mogelijk maken van energieprojecten.

Vraag	Aandachtspunten	Voor- en nadelen
Willen we medewerking verlenen aan de ontwikkeling van een of meerdere zonneparken op het eiland?	• De dak potentie op Schiermonnikoog is onvoldoende. In het meest positieve geval kan de dak potentie in 2050 33% van de elektriciteitsvraag afdekken. • Het plaatsen van een zonnepark tussen de 5-6 hectare is benodigd om in 2050 energieneutraal te zijn. • De oriëntatie van de zonnepanelen voor een dergelijk zonnepark is preferent oost-west, zodat de impact op het elektriciteitsnet geminimaliseerd wordt. • Bij de plaatsing van zonneparken dient zorgvuldig rekening gehouden te worden met de impact op vogels, verschillende mitigerende maatregelen zijn te nemen, maar hebben ruimtelijke implicaties. • Lokaal eigendom zorgt in veel gevallen voor een soepeler proces tot realisatie.	**Voordelen** • De ontwikkeling van zonne-energie is een bewezen proces en wordt op grote schaal uitgevoerd; • Een zonnepark is goed inpasbaar en er is veel vrijheid met betrekking tot de landschappelijke inpassing; • Zon op dak is een bewezen techniek en verschillende subsidies zijn aanwezig, waardoor de terugverdientijd voor mensen laag is. **Nadelen** • Zonneparken zullen een groot oppervlak innemen waarvoor een geschikte locatie gevonden dient te worden • Zon op dak zal impact hebben op het aangezicht van de gebouwen

		• Laagspanningsnetwerken dienen zeer waarschijnlijk aangepast te worden wanneer op grote schaal zonnepanelen geplaatst worden.
Willen we medewerking verlenen aan de ontwikkeling van mono-mest vergisters?	• Verschillende mogelijkheden voor mest vergisting zijn mogelijk. Naast grote centrale locaties is het tegenwoordig mogelijk om op kleine schaal te vergisten. Hierdoor is de ruimtelijke impact minimaal en kunnen transportbewegingen mogelijk beperkt worden.	**Voordelen** • Mono-mest vergisting kan mogelijk bijdragen aan het verminderen van stikstof in stallen wanneer toegepast met technieken die uitwerpselen snel afvoeren uit de stal[31]; • Extra inkomstenbron voor boeren; • Bijdrage aan de nationale groengas doelstelling[32]; • Deel van benodigde infrastructuur al aangelegd door Stedin i.v.m. eerdere initiatieven. **Nadelen** • Het vervoeren van mest van en naar de vergistingslocaties zullen de vervoersbewegingen op het eiland vergroten. • Er zullen nieuwe installaties geplaatst moeten worden bij de boerderijen of op een centrale locatie.
Willen we medewerking verlenen aan windenergie op het eiland?	• Zonder windenergie is het voor Schiermonnikoog niet mogelijk om Energieneutraal te worden. • Om energieneutraal te zijn in 2050 is één windmolen van 2-3 MW benodigd of 13 -15 kleinere windmolens. • Lokaal eigendom zorgt in veel gevallen voor een soepeler proces tot realisatie. • Verschillende mogelijkheden bestaan om impact op vogels te minimaliseren, zoals een zwarte wiek van de molen.	**Voordelen** • Een windmolen heeft minimale ruimtelijk impact als het gaat om oppervlakte. • Een windmolen past beter bij het vraagprofiel, waardoor het beter is voor het energiesysteem. **Nadelen** • Windmolens hebben aanzienlijke verticale ruimtelijke impact • Het proces om windmolens te plaatsen is langdurig en complex, de gemeente heeft hier een belangrijke regierol in

[31] https://edepot.wur.nl/576770

[32] https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2022D51576

Willen we een warmtenet op eiland?	• Een warmtenet beperkt de impact op het elektriciteitsnet door op een centrale plek warmte op te wekken en door warmteleidingen te transporteren naar de woningen. • Woningen dienen te allen tijde geïsoleerd te worden. Een te hoge warmtevraag zorgt ervoor dat de energierekeningen van mensen aanzienlijk zullen toenemen.	**Voordelen** • Het elektriciteitsnet (laagspanningsniveau) hoeft minder snel verzwaard te worden, doordat de warmte op een centrale plek wordt opgewekt. • De benodigde ruimte in woningen voor installaties is beperkt. Enkel een aflever set volstaat. **Nadelen** • Er zullen op een centrale plek grootschalige installaties geplaatst moeten worden. • De wegen in het gebied waar het warmtenet komt zullen volledig opgehaald moeten worden voor de aanleg van warmteleidingen. • Het behalen van een rendabele businesscase is een uitdaging.
Willen we zonnepanelen op ons beschermde dorpsgezicht plaatsen?	• Met zon op dak is enkel 33% van de benodigde energie op te wekken op Schiermonnikoog, maar iedere kWh die op het dak opgewekt wordt zal niet op land opgewekt hoeven worden.	**Voordelen** • Het toestaan van zonnepanelen op daken van beschermd dorpsgezicht creëert een verdienmodel voor de mensen die hier wonen. Met de salderingsregeling nog actief zullen deze mensen in staat zijn om een oplopende rekening te dempen. • Iedere kWh op dak voorkomt dat het op de schaarse grond geplaatst hoeft te worden. **Nadelen** • De panelen zullen impact hebben op de uitstraling van het beschermd dorpsgezicht. • Het toestaan van zonnepanelen op deze daken wil niet per se zeggen dat de panelen ook geplaatst worden, aangezien dit te allen tijde een eigen keuze van de bewoners is.

Disclaimer: In dit onderzoek is gekeken naar de fysieke kant van het energiesysteem. Hierbij is nauw samengewerkt met Liander om zorgvuldig inzicht te krijgen in de huidige belasting op de hoogspanningskabel die naar Schiermonnikoog loopt (wadkabel). Het is echter niet mogelijk om inzicht te krijgen in het uitstaande contract wegens AVG-wetgeving. Hierdoor is nauwe samenwerking en afstemming nodig tussen Liander en de gemeente om projecten gericht op de energie- en warmtetransitie planbaar te maken.

Voor de gemeente Schiermonnikoog geldt dat ze afhankelijk zullen zijn van Liander met betrekking tot de grootste projecten. Echter er zijn verschillende mogelijkheden in de tijd.

Tijdspad	Mogelijkheden
Vanaf heden	• Zon op particuliere daken • Energiebesparing • Verduurzaming bedrijven enkel vanuit vraagperspectief mogelijk (warmtepompen etc.) en binnen bestaande aansluiting • Kleine/middelgrote (tot 2 MW) energieprojecten zouden doorgang kunnen krijgen in combinatie met batterij, hiervoor is echter meer onderzoek nodig en zullen specifieke contracten met Liander mogelijk moeten zijn • Verduurzaming particulieren beperkt mogelijk vanuit terug lever perspectief (beperkte ruimte op de kabel voor terug levering op piekmomenten)
Vanaf 2024/25	• Aardgasvrij maken PAW-gebied kan doorgang vinden (vermogen door Liander beschikbaar gesteld vanaf dit moment) • Verduurzaming Zwembad kan doorgang vinden
Vanaf 2029/30	• Grootschalige energieprojecten (1-3 MW) kunnen aangesloten worden waarbij het van groot belang is om een zorgvuldige match te maken met vraagprofiel op het eiland. Dit betekent windenergie i.c.m. zon op dak.

11 Bijlagen

11.1 Samenvattende tabel

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 3	Scenario 3
	Duurzaam gas	Zonder extra opwek	Elektrisch energieneutraal met zon en wind	Zonder extra opwek	Energieneutraal met zon	Energieneutraal met zon en wind
Afname piek [MW]	1	2,2	2,2	2,6	2,6	2,6
Terug levering piek [MW]	n.v.t.	-1,4	-2,6	-1,4	-4	-3,5
Elektriciteitsvraag [MWh/jaar]	5.400	9.700	9.700	12.500	12.500	12.500
Transportbrandstoffen [MWh/jaar]	14.400	14.400	14.400	0	0	0
Groengasvraag [MWh/jaar]	11.900	0	0	0	0	0
Aantal huishoudens	780	780	780	780	780	780
Vermogen warmtepompen thermisch [MW]	0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Vermogen PV [MW]	2,8	4,5	4,5	4,5	14	4,5
Vermogen wind [MW]	0	0	2	0	0	3
Productie PV [MWh/jaar]	2.600	4.400	4.400	4.400	13.300	4.400
Productie wind [MWh/jaar]	0	0	5.800	0	0	7.500
Productie groengas [MWh/jaar]	11.900	0	0	0	0	0
Productie transportbrandstoffen [MWh/jaar]	2.500	5.800	5.800	0	0	0
Energieneutraal, inclusief transport [%]	54%	42%	66%	35%	106%	95%

*Veerboten vallen buiten het systeem omdat deze niet laden/tanken op Schiermonnikoog.

**Bovenstaande tabel gaat uit van 780 woningen in 2050

***Uitgaande van ongeveer 320 auto's op Schiermonnikoog

11.2 Uitgangspunten ETM

Zie bijgevoegd Excel spreadsheet.