

Rapportage

Systemstudie Goeree-Overflakkee



In opdracht van de **RES Goeree-Overflakkee** en het **Nationaal Programma RES**
In samenwerking met **Stedin**

9 september 2022

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	3
2	Inleiding	4
2.1	Inleiding	5
3	Hoekvlagscenario's	6
3.1	Aanpak	7
3.2	Aannames hoekvlagscenario's	8
3.3	Overzicht vraag en aanbod per hoekvlagscenario	12
4	Infrastructuur	14
4.1	Impact op infrastructuur	15
4.2	Mogelijke oplossingen voor knelpunten	16
5	Goerree-Overflakkee als autonoom zelfvoorzienend energie-eiland	18
5.1	Wat is er nodig voor zelfvoorzienend energie-eiland?	19
6	Energy Hub	22
6.1	Nieuwe paradigma's en principes	23
6.2	Energy Hub scenario	24
6.3	Mogelijke routekaart voor omgang met knelpunten vanuit de Wereld van B	28
7	Bijlagen	29
7.1	Bijlage 1: Details scenario-aannames	30
7.2	Bijlage 2: Overzicht windturbines + repowering	33

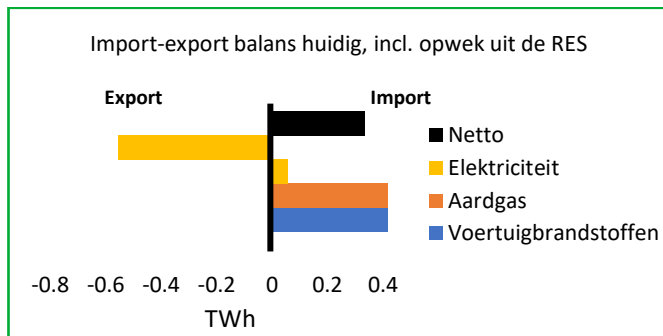
1 Samenvatting

Zicht op 2030, vanuit 2050

Quintel heeft in opdracht van de RES Goeree-Overflakkee en het NP RES, en in samenwerking met Stedin vier scenario's voor 2050 verkend om zo te leren over het energiesysteem van de toekomst (2030 en 2050). De studie gaat over het hele energiesysteem, alle sectoren en dragers, maar met een sterke focus op het elektriciteitsnetwerk. De lessen op hoofdlijnen:

Goeree-Overflakkee is geen netto energie-exporteur

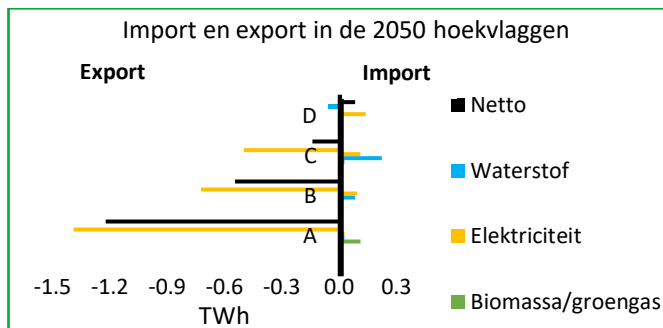
Goeree-Overflakkee is nu een netto importeur van energie, terwijl het veel elektriciteit exporteert. De reden hiervoor is dat er aardgas en voertuigbrandstoffen (diesel en benzine) worden geïmporteerd voor warmte en voor mobiliteit. Er wordt 26% van de tijd (>2000 uur per jaar) stroom geïmporteerd, bijvoorbeeld als het waait en de zon niet schijnt. Goeree-Overflakkee is dus nog sterk importafhankelijk. *Zie hoofdstuk 4*



Figuur 1 Huidige import en export van energie

Voor netto-export is er meer nodig dan de RES

In drie van de vier CO₂-neutrale scenario's voor 2050 is Goeree-Overflakkee netto energie-exporteur. In alle scenario's is wel bruto import. De hoekvlagscenario's zijn gemaakt op basis van de Stroomstudie Zuid-Holland en bevatten meer opwek dan de RES en daarnaast forse energiebesparing. *Zie hoofdstuk 3*



Figuur 2 Import en export van energie in 2050 hoekvlagscenario's

Helemaal energie-onafhankelijk lijkt een utopie

Een volledig zelfvoorzienend en onafhankelijk energie-eiland lijkt niet reëel. Met name het garanderen van leveringszekerheid met bijbehorende opslag, conversie, regelbare piekcentrales en back-up vergt enorme investeringen en ruimte. De kabels met het vasteland hebben een enorme waarde voor leveringszekerheid, ook in de scenario's met veel lokale opwek, elektrolyse, batterijen en energiebesparing. Daarnaast is er in 2050 meer opwek nodig, dan in de RES voor 2030 is opgenomen om richting volledige zelfvoorzienend te gaan. *Zie hoofdstuk 5*

Energie-infrastructuur knelt al op korte termijn

Op alle stations (TS/MS) op Goeree-Overflakkee zijn er mogelijk voor einde 2030 al knelpunten. Al deze knelpunten komen door het aanbod van elektriciteit door zon en/of wind. Geen enkele wordt veroorzaakt door een hoge elektriciteitsvraag. In Middelharnis wordt in alle scenario's al in 2026 een knelpunt verwacht op het 50 kV station, en voor het 13 kV station mogelijk al vanaf 2028. De stations Stellendam en Ooltgensplaat vormen mogelijk vanaf 2030 een knelpunt. Stedin heeft met een netvisie oplossingen paraat die alle knelpunten tot 2050 verhelpen, maar dit is mogelijk niet op tijd te realiseren voor de eerste knelpunten. Knelpunten kunnen mogelijk worden uitgesteld door het aftoppen van het aanbod (o.a. curtailment) of het lokaal verhogen van de elektriciteitsvraag. *Zie hoofdstuk 4*

Flexibiliteit is niet opgelost met batterijen

Opslag van grote volumes elektriciteit, om op latere momenten weer elektriciteit te maken (Power-2-Power(P2P)) is nog een groot vraagstuk. Voor een gebalanceerd en betrouwbaar energiesysteem is er op alle momenten in het jaar voldoende capaciteit en volume nodig. Veel batterijen zijn erg goed in het leveren van capaciteit, maar niet in het leveren van grote volumes. In het autonoom scenario is met 18 GWh aan P2P voor een zelfvoorzienend energiesysteem. 18 GWh staat gelijk aan 9000 containers zoals die bij park Haringvliet staan en alle woningen uitrusten met een thuisbatterij levert in totaal 0.2 GWh opslagcapaciteit. Waterstof is ook een oplossing, maar dat geeft tweemaal omzettingsverliezen: van elektriciteit naar waterstof en van waterstof naar elektriciteit. *Zie hoofdstuk 5*

Wereld van B geeft een nieuw perspectief

Er is een Energy Hub scenario (routekaart en eindbeeld) denkbaar waar (een deel van de) netverzwaringen mogelijk niet nodig zijn. Dit scenario is gemaakt vanuit de gedachte dat energie overal al is en dus dat het niet per definitie overal meer heen getransporteerd hoeft te worden. Zo kunnen knelpunten op Goeree-Overflakkee mogelijk (deels) worden voorkomen door lokaal meer vraag te creëren. *Zie hoofdstuk 6.*

2 Inleiding

2.1 Inleiding

Er is onderzocht hoe het energiesysteem van Goeree-Overflakkee eruit kán zien in 2050. Het zijn geen voorspellingen, maar het is een brede verkenning. Het doel van deze langetermijnblik is om lessen te leren voor de kortere termijn.

In deze studie bekijken we de mogelijkheden voor 2050 op drie manieren. Ten eerste stellen we vier hoekvlagscenario's¹ op die aansluiten op zowel de methode als de data van de Stysteemstudie Zuid-Holland. Ten tweede is er een scenario gemaakt waarin Goeree-Overflakkee een volledig autonoom en zelfvoorzienend energiesysteem heeft. Ten derde bekijken we Goeree-Overflakkee met de blik van "De Wereld van B"; een wereld waarin de energievoorziening decentraal is, met bijbehorende organisatie.

Focus op infrastructuur

De focus van de Stysteemstudie is de impact van het energiesysteem op de infrastructuur. Om deze impact goed in kaart te kunnen brengen analyseert Stedin de netimpact van de vier detailscenario's. De netimpact van scenario's rond autonomie en De Wereld van B wordt kwalitatiever bekeken.

Energietransitiemodel

Alle scenario's van deze Stysteemstudie zijn beschikbaar in het [Energietransitiemodel](#). Dit maakt het mogelijk de scenario's systemisch te bekijken en met elkaar te vergelijken. Ook zijn hierdoor de aannames van de studie transparant en is het voor geïnteresseerden mogelijk eigen varianten te maken.

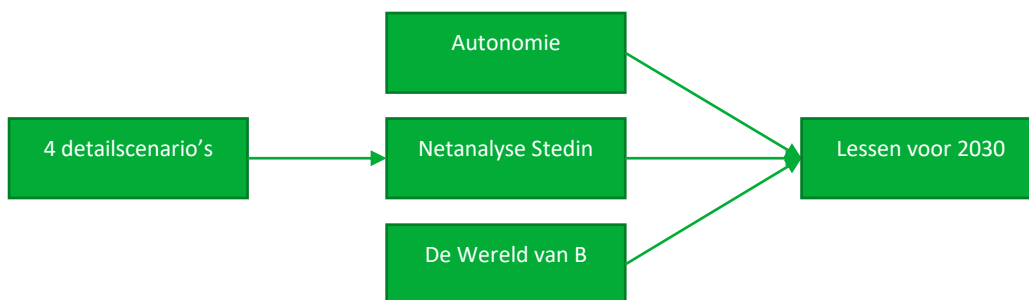
Onderzoeksvragen en leeswijzer

Hoofdvraag:

Waar moeten we in 2030 rekening mee houden in ons energiesysteem om voor te sorteren op mogelijke energiesystemen in 2050?

Deelvragen:

- **Hoekvlagscenario's 2050:** Hoe zien de realistische extremen van het energiesysteem van 2050 er op Goeree-Overflakkee uit?
→ **Hoofdstuk 3**
- **Infrastructuur:** Wat is de netimpact die hoort bij deze realistische uitersten? Ontstaan er knelpunten? Wat zijn de mogelijke oplossingsrichtingen per knelpunt?
→ **Hoofdstuk 4**
- **Autonomie:** Wat zijn de mogelijkheden om Goeree-Overflakkee volledig zelfvoorzienend te maken?
→ **Hoofdstuk 5**
- **De Wereld van B:** Wat is een mogelijke invulling van De Wereld van B op Goeree-Overflakkee? Leidt dit tot een andere kijk op het energiesysteem van nu?
→ **Hoofdstuk 6**



Figuur 3: Schematische weergave van het opstellen van de vier detailscenario's van Stysteemstudie Goeree-Overflakkee.

¹ De term 'hoekvlagscenario' wordt zowel in landelijke energiesysteemstudies (II3050) als bij de Stysteemstudie Zuid-Holland gehanteerd. Deze vier scenario's zijn vanuit

sectormodellen opgebouwd. Het zijn realistische extremen van 2050. In deze Stysteemstudie sluiten wij inhoudelijk als methodisch hierbij aan.

3 Hoekvlagscenario's

**Hoe zien de realistische extremen van het
energiesysteem van 2050 er op Goeree-
Overflakkee uit?**

3.1 Aanpak

- De scenario's van Systeemstudie Zuid-Holland (SSZH) vormen de basis voor Systeemstudie Goeree-Overflakkee (SSGO).
- De data van SSZH wordt aangepast op basis van input van de werkgroep en het rapport van RES 1.0.

Samenvatting aanpak opstellen detailscenario's

Ten eerste stellen we vier gedetailleerde realistische extremen op. Hiervoor gebruiken we de scenario's van Systeemstudie Zuid-Holland als basis. Groot voordeel van deze scenario's is dat ze op buurniveau opgesteld en beschikbaar zijn. Dit maakt het mogelijk dat Stedin een gedetailleerde netanalyse uitvoert.

In Systeemstudie Goeree-Overflakkee passen we de scenario's van SSZH op een aantal punten aan (zie bijlage 7.3). Hierdoor sluiten de scenario's goed aan bij lokale kennis, ideeën en vragen.

Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (I13050)

De scenario's voor 2050 van de 'Integrale Infrastructuurverkenning 2030 -2050' van Netbeheer Nederland (I13050)² spannen de realistisch extreme 'hoeken van het speelveld' op. Deze studie is [hier](#) te vinden.

Systeemstudie Zuid-Holland (SSZH)

De scenario's van Systeemstudie Zuid-Holland³ zijn met sectormodellen bottom-up (op buurniveau) opgebouwd aan de hand van de filosofie van I13050. Deze scenario's vormen de basis van de detailscenario's van SSGO.

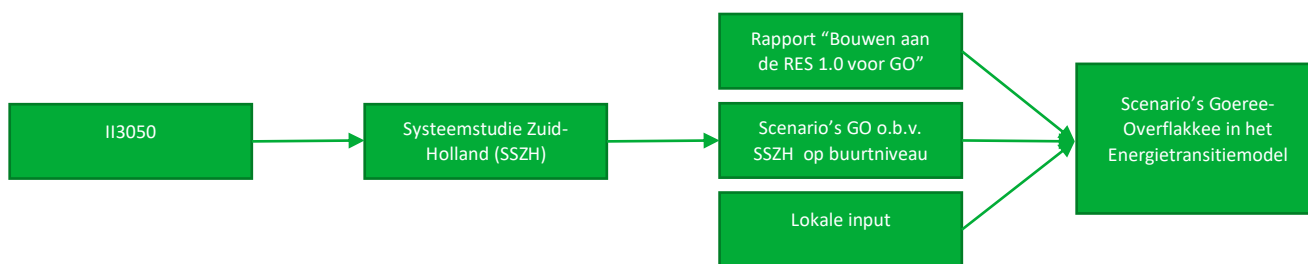
Rapport "Bouwen aan de RES 1.0 voor Goeree-Overflakkee"

In het traject van RES 1.0 heeft RES Goeree-Overflakkee al gekeken naar 2050. Hierbij is een mogelijke energiebalans opgesteld. In SSGO wordt getoetst of deze energiebalans binnen de realistische extremen van SSZH valt. Deze toets laat zien dat het elektriciteitsgebruik van mobiliteit van de energiebalans hoger is dan in de scenario's van SSZH. Dit komt doordat groei van die sector in SSZH gepaard gaat met gebruik van biobrandstoffen en waterstof, en niet met volledige elektrificatie. In deze Systeemstudie hebben wij biobrandstoffen vervangen met elektrificatie en/of waterstof aangedreven voertuigen.

Lokale input

Binnen de uitvoeringsorganisatie van de RES Goeree-Overflakkee is er diepgaande kennis over het gebied. De hoekvlaksscenario's zijn aangepast op basis van deze lokale kennis aangepast (zie bijlage 1 voor meer details)

- **Gebouwde omgeving:** minimaal één scenario met LT-warmtenetten en één scenario met een hoger aantal waterstof cv-ketels. → Scenario A
- **Waterstof:** in minimaal één scenario significant gebruik van waterstof voor mobiliteit opnemen. → Scenario D
- **Flexibiliteit:** in minimaal één scenario opnemen dat bij grote windparken een deel van de productie wordt omgezet in waterstof. → Scenario D
- **Repowering van windparken:** in minimaal één scenario opnemen dat bestaande windparken gerepowerd worden. → scenario A
- **Zon op dak en op veld:** aangepast aan de bekende potenties (NP RES) en inzichten werkgroep.



Figuur 4 Schematische weergave van het opstellen van de vier detailscenario's van Systeemstudie Goeree-Overflakkee.

² <https://www.netbeheernederland.nl/dossiers/toekomstscenarios-64>

³ <https://systeemstudie-pzh.hub.arcgis.com/>

3.2 Aannames hoekvlagscenario's

Hoe zien de realistische extremen van het energiesysteem van 2050 er op Goeree-Overflakkee uit? Dit hoofdstuk beschrijft de scenario's op hoofdlijnen. Daarnaast is het mogelijk om ook zelf deze scenario's te verkennen.

Alle scenario's zijn gemaakt in het Energietransitiemodel (ETM). Dit betekent dat ze in detail voor iedereen beschikbaar zijn en ook dat de aannames op detailniveau beschikbaar zijn. De energiesystemen zijn op uurbasis beschreven per sector en per drager.

Het ETM bestaat uit 'schuifjes' waarmee je aannames van toekomstscenario's kunt zien, maar ook zelf kunt aanpassen. Het model rekent dan binnen een seconde het nieuwe energiesysteem door.



Figuur 5 Voorbeeld van 'schuifjes' in het Energietransitiemodel

De 2050 hoekvlagscenario scenario's vind je hier:

- [Scenario A](#)
- [Scenario B](#)
- [Scenario C](#)
- [Scenario D](#)

Beknopte scenario-omschrijvingen

Scenario A kent een hoge energiebesparing en de hoogste lokale opwek, met name door repowering van bestaande windparken tot 352 MW. De basis is Stroomstudie Zuid-Holland 'Regionale sturing'. 78% van de elektriciteit wordt geëxporteerd, dit is 1.4 TWh. Er is een kleine import van waterstof en groen gas (ca 0.1 TWh). 13 % van de tijd wordt er elektriciteit geïmporteerd. Dit scenario heeft potentieel een groot effect op de infrastructuur. In 2050 zijn er de grootste knelpunten.

Scenario B kent hoge besparing, dezelfde opwek als de RES voor wind en een hogere opwek door zonnepanelen. De basis is Stroomstudie Zuid-Holland 'Nationale sturing'. Er wordt een relatief klein deel waterstof (0.1 TWh) geïmporteerd en 0.7 TWh elektriciteit geëxporteerd. Er is geen import van groen gas. 67% van de elektriciteit wordt geëxporteerd; 29% van uren importeer je elektriciteit ondanks alle overschotten. Dit scenario heeft de één na grootste impact op het elektriciteitsnetwerk.

Scenario C kent de grootste elektriciteitsvraag en een relatieve groei in opwek van elektriciteit, naast het RES-bod is er nog 100 MW aan zon op veld in 2050. De basis is Stroomstudie Zuid-Holland 'Europese sturing'. Er is veel export van elektriciteit (0.5 TWh) en veel import van waterstof (0.2 TWh). Lokale elektrolyse lijkt hier een logische oplossing voor minder afhankelijkheid, maar in de hoekvlagscenario's staat er bewust nog geen flexibel vermogen zoals elektrolyse. Alleen bij D is een uitzondering gemaakt.

Scenario D kent een hoge waterstofvraag, lokale waterstofproductie en de laagste lokale opwek. De basis is Stroomstudie Zuid-Holland 'Internationale sturing'. 50% van de uren importeert Goeree-Overflakkee elektriciteit. Er wordt op jaarbasis wel evenveel elektriciteit geëxporteerd als geïmporteerd. Er wordt wel voldoende waterstof gemaakt om een de relatief hoge vraag te voldoen. Indien de elektrolysecapaciteit groot genoeg is, dan heeft dit scenario geen knelpunten op de elektriciteitsinfrastructuur. Echter, er is een grote waterstofinfrastructuur nodig (transport en opslag).

3.2.1 De scenario-aannames op hoofdlijnen

In het ETM zijn er per scenario 413 aannames gedaan die leiden tot de gemaakte toekomstbeelden. Deze aannames gaan over het gehele energiesysteem, van koken tot industrie, van windturbines tot verlichting. In deze paragraaf tonen wij een tabel met de aannames op hoofdlijnen én figuren die inzicht geven in de belangrijkste aannames. Ga naar de ETM scenario's om alle aannames te kunnen inzien.

Tabel met scenario-aannames op hoofdlijnen

	A	B	C	D	Algemeen
<i>Gebouwde omgeving</i>	Isolatie: Gemiddeld label C-B Voor overzicht verwarmingstechnologie zie figuur 4	Isolatie: Gemiddeld label B-A Voor overzicht verwarmingstechnologie zie figuur 4	Isolatie: Gemiddeld label C-B Voor overzicht verwarmingstechnologie zie figuur 4	Isolatie: Gemiddeld label C-B Voor overzicht verwarmingstechnologie zie figuur 4	55800 inwoners en 25000 woningen (o.b.v. Stysteemstudie Zuid-Holland)
<i>Mobiliteit</i>	Krimp passagiersvervoer van 0,7%/ jaar en vrachtovervoer van 0,6%/ jaar Alle mobiliteit bijna volledig elektrisch	Groei passagiersvervoer van 0,6%/jaar en vrachtovervoer van 0,5%/ jaar Alle mobiliteit voornamelijk elektrisch	Groei passagiersvervoer van 1.6%/jaar en vrachtovervoer van 1.4%/jaar Mix van waterstof en elektrische mobiliteit	Groei passagiersvervoer van 1,7%/jaar en vrachtovervoer van 1,7%/jaar Waterstof dominant in de mobiliteit	
<i>Industrie en landbouw</i>	Krimp van 1% energievraag met sterke inzet op elektrificatie en beperkt waterstof.	Gelijkblijvende energievraag met sterke inzet op elektrificatie en waterstof.	Groei energievraag. Waterstof aangevuld door elektrificatie en groengas	Hogere groei energievraag. Waterstof aangevuld door elektrificatie en groengas	Energiegebruik van de Industrie en landbouw zijn relatief klein op Goeree-Overflakkee
<i>Aanbod (Elektriciteit)</i>	Repowering van huidige turbines tot 352 MW en 1.3 TWh <i>Zonneveld 400 MW Zon op dak 163 MW)</i>	Wind gelijk gehouden aan de RES (is 250 MW en 0.7 TWh) <i>Zonneveld 350 MW Zon op dak 135 MW)</i>	Wind gelijk gehouden aan de RES (is 250 MW en 0.7 TWh) <i>Zonneveld 186 MW Zon op dak 63 MW)</i>	Wind gelijk gehouden aan de RES (is 250 MW en 0.7 TWh) <i>Zonneveld 186 MW Zon op dak 53 MW)</i>	
<i>Flexibiliteit</i>	-	-	-	<i>70% van de windturbines aansluiten op een elektrolyzer en een waterstofnet</i>	30% curtailment van zonnepanelen in alle scenario's.

Figuur 6 Tabel met scenario-aannames op hoofdlijnen. De gedetailleerde aannames kun je in de ETM-scenario's vinden

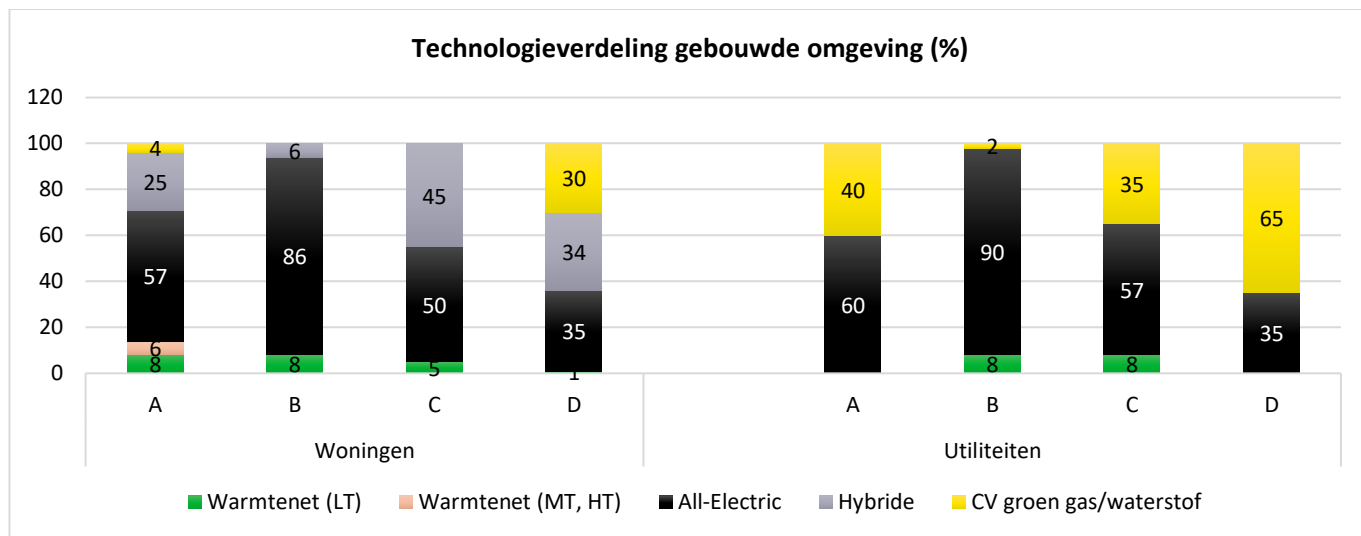
Toelichting ontwikkeling op hoofdlijnen

Hieronder worden de gebouwde omgeving, mobiliteit en aanbod van elektriciteit verder toegelicht. Aannames van alle andere sectoren en dragers zijn in de scenario's te vinden.

Vraag - Gebouwde omgeving

Het aantal inwoners en woningen is in alle 2050 scenario's gelijk. Dit is bepaald op basis van de groei in de Stroomstudie Zuid-Holland. In deze scenario's heeft Goeree-Overflakkee ca. 55800 inwoners en 25000 woningen in 2050. Ook alle aannames m.b.t

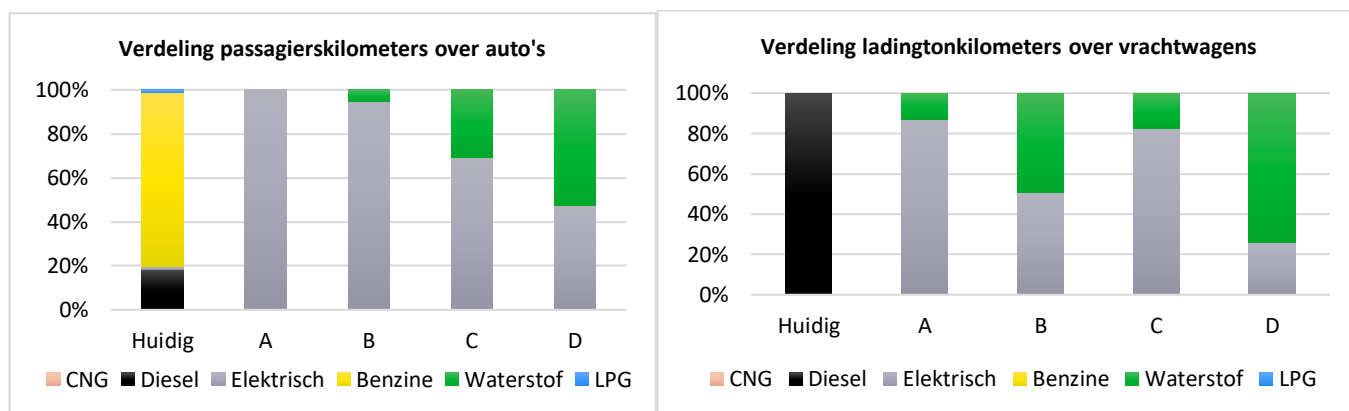
koken, apparaten, koelen, isolatie en welvaartsontwikkeling komen direct uit de Stroomstudie ZH. Op basis van gesprekken met de gemeente zijn aan scenario A LT-warmtenetten op een collectieve warmtepomp toegevoegd. Deze simuleren de mogelijke collectieve ontwikkelingen op gebied van aquathermie i.c.m. met opwaardering met een warmtepomp. Een andere aanpassing aan het scenario is een hogere inzet van waterstof cv-ketels in scenario D. Hier heeft tot wel 30% van de woningen een waterstof cv-ketel. Dit sluit aan bij de huidige ontwikkelingen⁴ in Stad aan 't Haringvliet.



Figuur 7 verdeling van woningequivalenten naar verwarmingstechnologie per hoekvlagscenario.

Vraag - Mobiliteit

Het grote verschil tussen de scenario's zit in de groei / krimp van mobiliteit en de technologiemix (= hoe worden mensen en goederen vervoerd?). In scenario A is er een krimp in zowel het vracht- als het personenvervoer. In scenario's B-D zijn groeiscenario's voor zowel vracht- als passagiersvervoer. Het gebruik van biobrandstoffen en bio-ethanol is op verzoek van de werkgroep veranderd naar ofwel elektrisch ofwel waterstof.

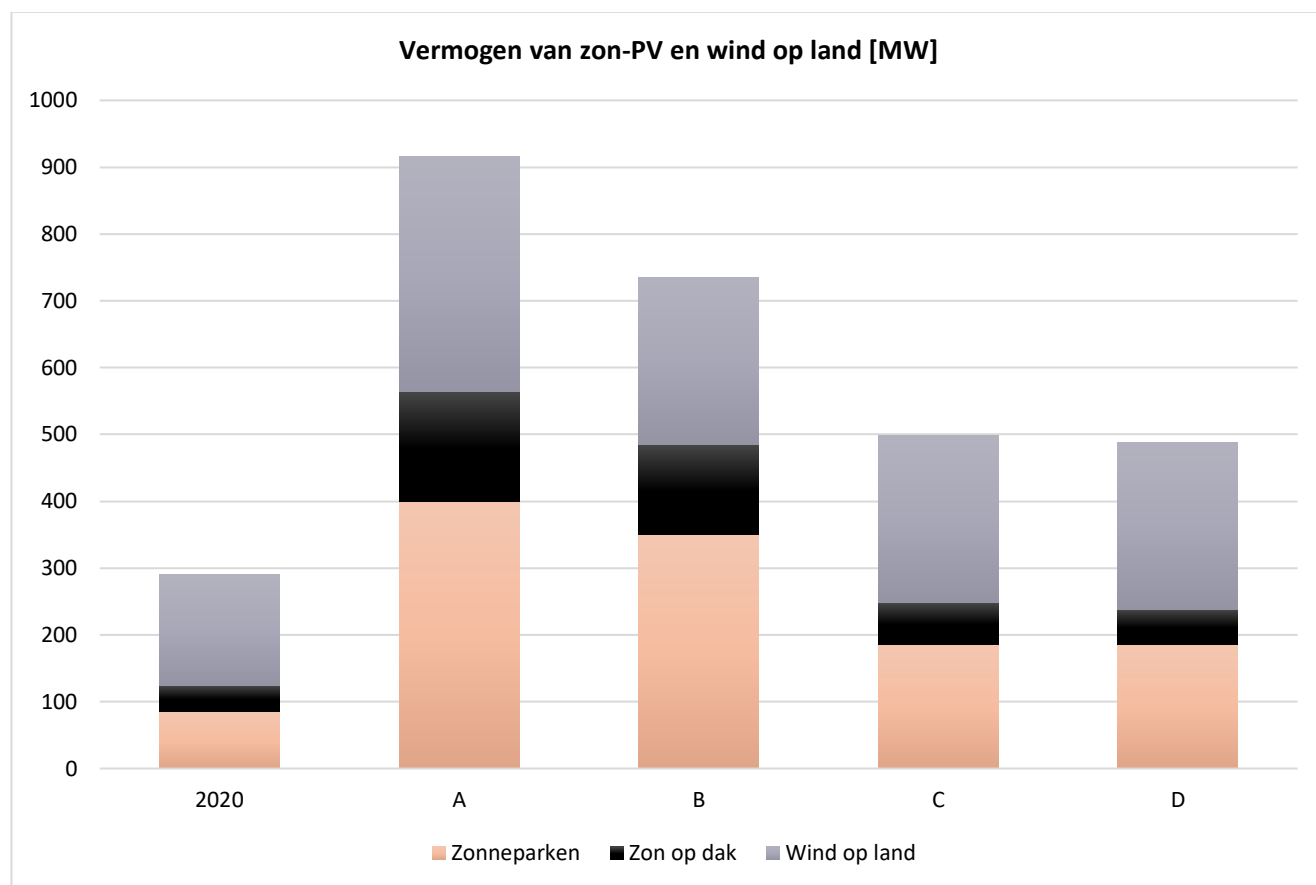


Figuur 8 Verdeling passagierskilometers (auto's) en ladingtonkilometers (vrachtwagens) naar technologie

⁴ <https://opwegmetwaterstof.nl/primeur-voor-stad-aan-t-haringvliet-eerste-woning-verwarmd-op->

[waterstof/#:~:text=Stad%20Aardgasvrij%20is%20een%20initiatief,zaken%20in%20een%20stroomversnelling%20kwamen.](https://opwegmetwaterstof.nl/primeur-voor-stad-aan-t-haringvliet-eerste-woning-verwarmd-op-)

Aanbod - Elektriciteit



Figuur 9 Opgestelde vermogens zonne- en windenergie in de scenario's. B-C-D volgen de RES 1.0. Scenario A is een theoretische repowering van alle windparken in 2050. Zie Bijlage 7.2 voor de details.

3.3 Overzicht vraag en aanbod per hoekvlagscenario

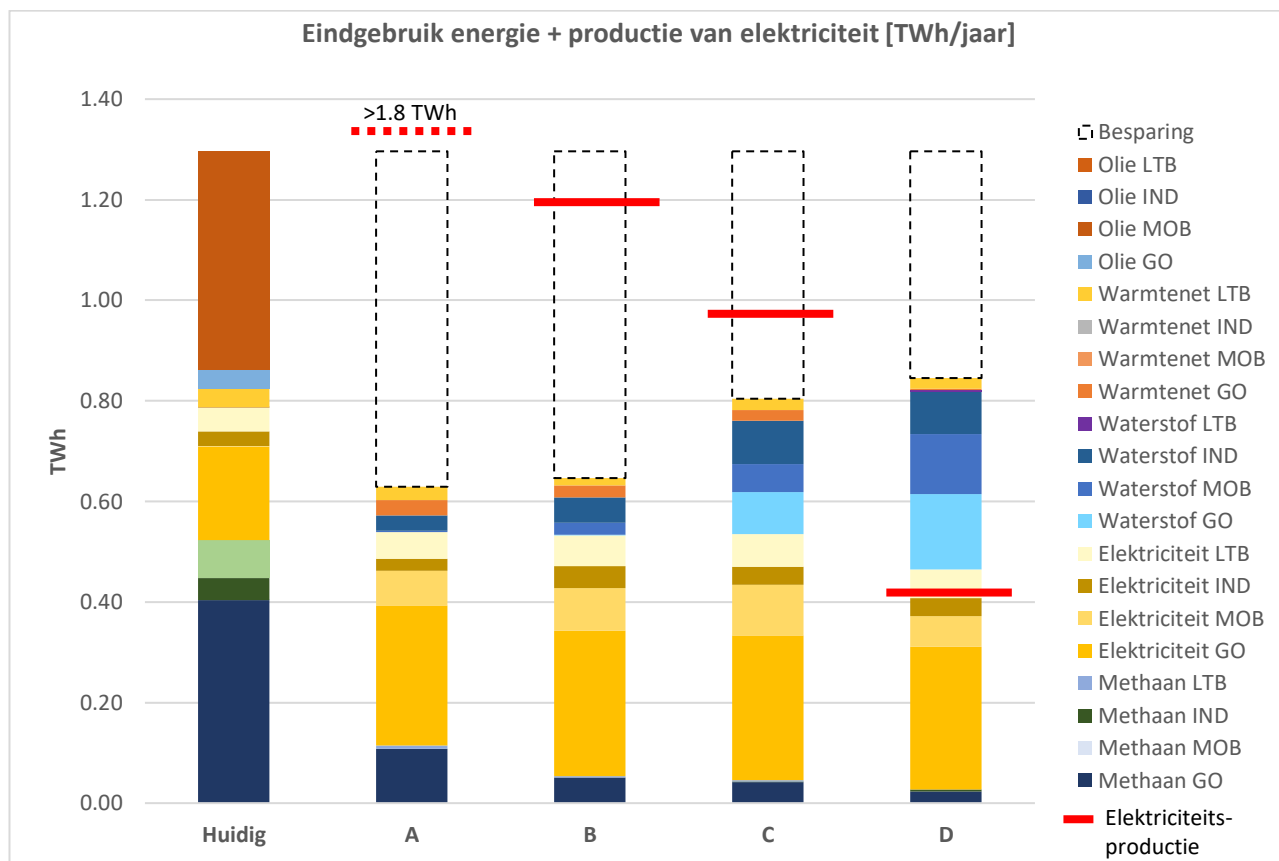
- In alle scenario's daalt het energiegebruik en stijgt het elektriciteitsgebruik.
- Elektriciteit is in alle scenario's dominant qua vraag en aanbod. Waterstof is dominant in C en D aan de vraagkant en in D ook aan de aanbodkant.
- Op jaarbasis produceren alle scenario's net zoveel duurzame energie als ze gebruiken. Op uurbasis niet, zie hoofdstuk Autonomie.

Bij alle realistische extremen spelen warmtenetten en buffers een relatief kleine rol. Dit komt door het ontbreken van midden en

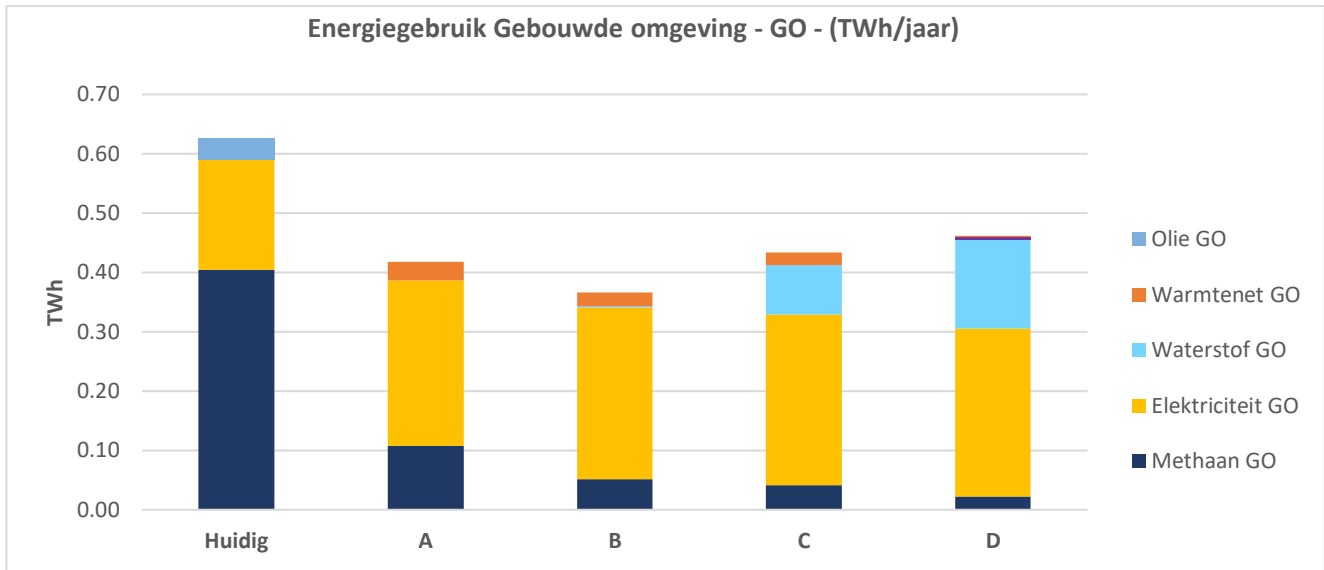
hoge temperatuurbronnen, de lage dichtheid van de warmtevraag en de lastigheid voor opslag in de harde kleigrond. In alle scenario's spelen elektriciteit en duurzame gassen (bijv. groen gas en waterstof) een dominante rol.

De Systeemstudie Zuid-Holland ging ook nog uit van een grote rol voor biobrandstoffen. In de werkgroep is ervoor gekozen om deze te vervangen door waterstof en/of elektriciteit, omdat deze lokaal op meer draagvlak kunnen rekenen.

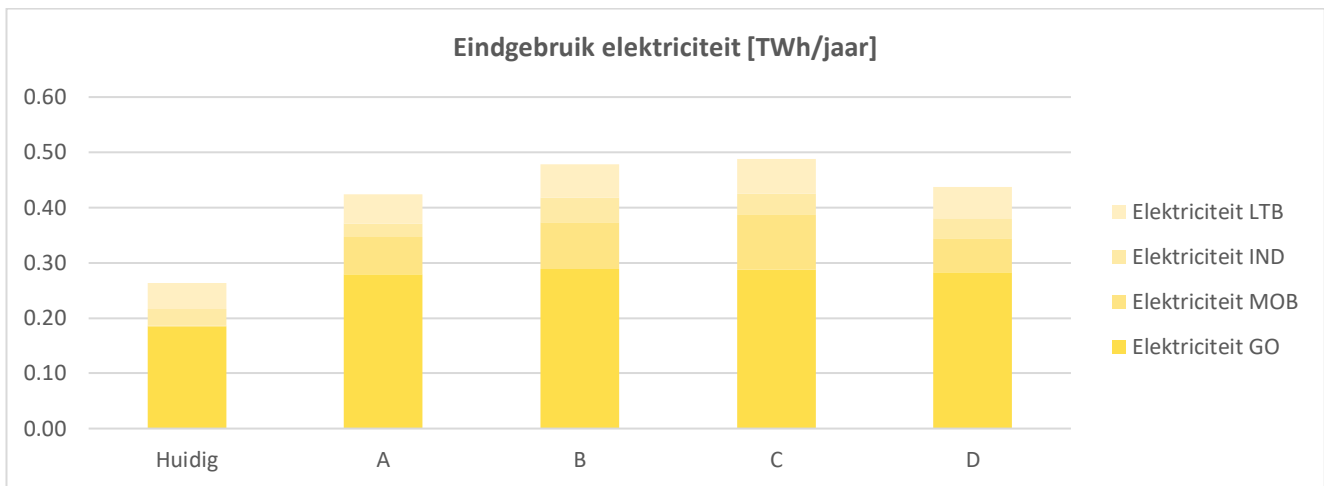
Alleen in scenario D zijn er jaarlijks nauwelijks overschotten aan elektriciteit, omdat een groot deel gebruikt wordt voor waterstofproductie. 50% van de uren importeert het scenario elektriciteit.



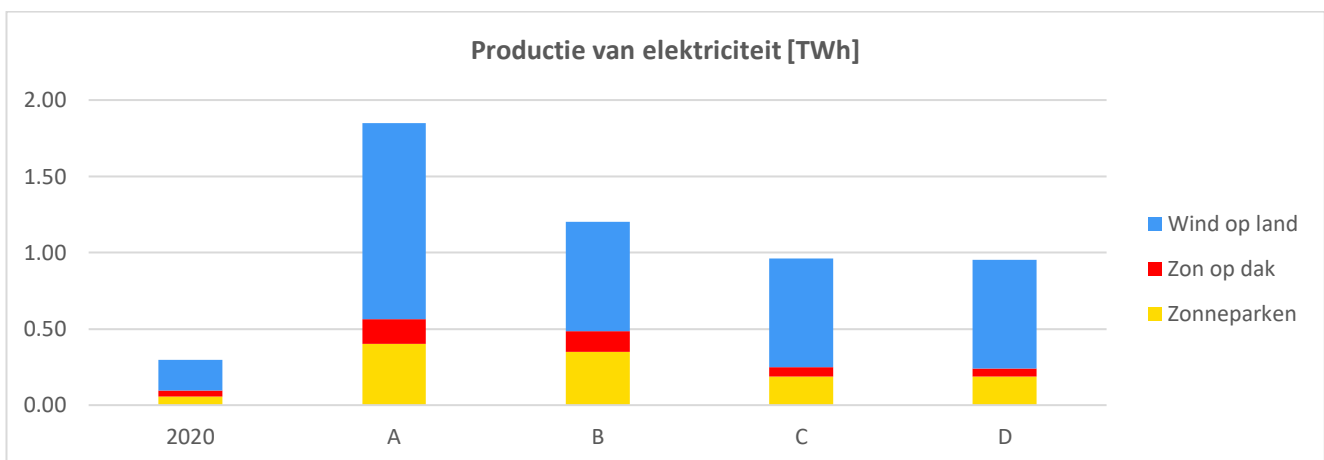
Figuur 10 Eindgebruik van energie per scenario [TWh/jaar]. De rode lijn is de elektriciteitsproductie in het scenario. De elektriciteitsproductie in Scenario D is hier lager omdat het deel dat meteen wordt omgezet in waterstof en daarom in deze afbeelding niet is



Figuur 11 Eindgebruik van de gebouwde omgeving in de scenario's



Figuur 12 Eindgebruik van elektriciteit in de scenario's



Figuur 13 Vraag naar elektriciteit per sector per scenario. In elk scenario stijgt het elektriciteitsgebruik.

4 Infrastructuur

Wat is de netimpact die hoort bij deze realistische uitersten? Ontstaan er knelpunten? Wat zijn de mogelijke oplossingsrichtingen voor deze knelpunten?

4.1 Impact op infrastructuur

- Op alle stations (TS/MS) op Goeree-Overflakkee zijn er mogelijk voor einde 2030 al knelpunten
- Alle knelpunten komen door de productie van elektriciteit door zonnepanelen en windturbines
- De gasinfrastructuur kan niet zomaar voor waterstof worden gebruikt

Hoe ziet de elektriciteits-infrastructuur eruit op Goeree-Overflakkee?

Goeree-Overflakkee heeft hoogspanning (HS), Tussenspanning (TS), Middenspanning (MS) en laagspanning (LS). Op de verbindingen tussen de spanningsniveaus staan stations. Tussen de stations zitten kabels. De knelpunten op stations en kabels worden beschreven. Deze studie heeft een focus op de MS- en TS-stations van Stedin.

De **stations** staan op drie locaties: Stellendam, Middelharnis en Ooltgensplaat. Middelharnis is verbonden met Geervliet (150kV) en Ooltgensplaat met Klaaswaal (50 kV). Hieronder is een vereenvoudigde versie te zien van het elektriciteitsnet en de verbondenheid van het eiland. Het fijnmazige midden- (13 kV) en laagspanningsnet (<1 kV) wordt hier niet getoond.



Figuur 14 Vereenvoudigde impressie van het elektriciteitsnet op Goeree-Overflakkee.

Waar en wanneer ontstaan knelpunten in deze infrastructuur?

Stations	A	B	C
Middelharnis 50 kV	2026	2026	2026
Middelharnis 13 kV	2028	2031	
Ooltgensplaat 50 kV	2030	2033	2037
Stellendam 13kV	2030	2036	2045

Figuur 15 Overzicht jaar dat knelpunt mogelijk voor het eerste optreedt. Rood = voor / in 2030, Oranje = 2031-2050, Groen = geen knelpunt. Scenario D is net wat anders doordat daar al elektrolyse is neergezet. Deze wordt apart toegelicht.

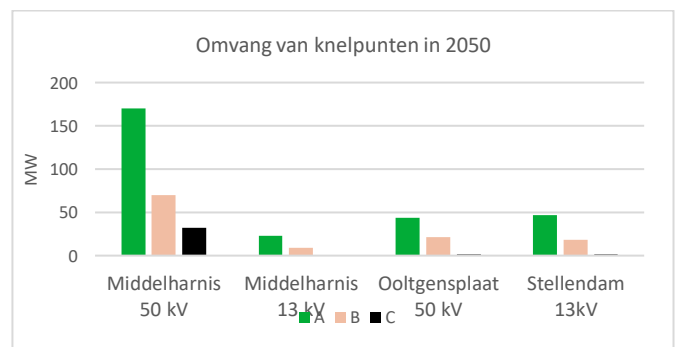
Middelharnis 50 kV is in 2026 in alle scenario's al een knelpunt. De andere stations zijn mogelijk voor 2030 al een knelpunt, uitgaande van scenario A met de grootste opwek.

Toelichting analyse van Stedin

Stedin heeft de vier scenario's van de Systemstudie geanalyseerd. Als basis voor deze analyse heeft Stedin hun 'masterplan' scenario's gebruikt. Deze scenario's heeft Stedin samen met Tennet opgesteld en beslaan een groter gebied dan Goeree-Overflakkee. Deze gaven voldoende inzicht op het relatief overzichtelijke eiland om de knelpunten van scenario's van deze Systemstudie te kunnen berekenen. Naast deze analyse heeft Stedin samen met TenneT een netvisie opgesteld om de knelpunten tot 2050 op te kunnen lossen. Deze netvisie moet nog openbaar worden, maar enkele inzichten op Goeree-Overflakkee kunnen wel gedeeld worden. Deze staan bij 3.2 *Oplossingen voor knelpunten*. Afsluitend heeft Stedin een inhoudelijke toets gedaan op het Energy Hub scenario (Hoofdstuk 5) waar een scenario is beschreven dat mogelijk knelpunten kan voorkomen.

Wat is de omvang en de reden van een knelpunt op deze stations?

De omvang van een knelpunt verschilt enorm per scenario. Alle knelpunten komen door opwek van zonne- en windenergie. Op Stellendam is alleen zonne-energie aangesloten, op Middelharnis en Ooltgensplaat komt het knelpunt door een combinatie van zon en wind. Geen enkel knelpunt voor 2050 komt door de sterk toenemende elektriciteitsvraag in de scenario's.



Figuur 16 Omvang van knelpunten in 2050 per station, per scenario.

Zijn er nog andere knelpunten te verwachten op de energie-infrastructuur op Goeree-Overflakkee?

Kabels

De 50 kV kabel is mogelijk voor 2030 een knelpunt in het scenario met de hoogste opwek. Het is zowel een kwaliteitsknelpunt (de

kabel is aan vervanging toe) als een capaciteitsknelpunt (de gevraagde transportcapaciteit is hoger dan de capaciteit van de kabel).

Kabels	A	B	C
Middelharnis - Ooltgensplaat	2028	2035	2040

Figuur 17 Moment van eerste knelpunt op kabelverbinding Middelharnis (50 kV) en Ooltgenstplaat (50 kV) Rood = voor / in 2030, Oranje = 2031-2050, Groen = geen knelpunt

Laagspanning

Het laagspanningsnet was geen onderdeel van de analyse van Stedin. Ook hier zullen naar verwachting knelpunten optreden, maar dat is heel locatiespecifiek. Het oplossen van deze knelpunten heeft over het algemeen een veel kortere doorlooptijd dan het oplossen van knelpunten op hogere netvlakken.

Gas-waterstofinfra

4.2 Mogelijke oplossingen voor knelpunten

Er zijn verschillende oplossingsrichtingen te bedenken voor de voorziene capaciteitsknelpunten:

1. Aanpassingen in de infrastructuur
2. Aanpassingen in het energiesysteem
3. Aanpassingen in de ruimtelijke plannen van de energievoorziening

Deze oplossingsrichtingen komen voort uit de recent uitgevoerde Stroomstudie Utrecht. In deze Stroomstudie is dat aangevuld met mogelijke oplossingen verzameld in de werksessies met Stedin en het NP RES.

Stroomstudie Utrecht geeft al een groot aantal concrete invullingen van deze drie richtingen. In Stroomstudie Goeree Overflakke zijn aanvullend nog twee concrete punten naar voren gekomen:

In alle scenario's speelt waterstof in zekere mate een rol. De impact op de gasinfrastructuur is niet doorgerekend. Als aanbod van waterstof plaatsvindt op een stuk waar nu geen gasnet is dan zal waterstofinfrastructuur aangelegd moeten worden. De gasinfrastructuur kan niet zomaar voor waterstof worden gebruikt.

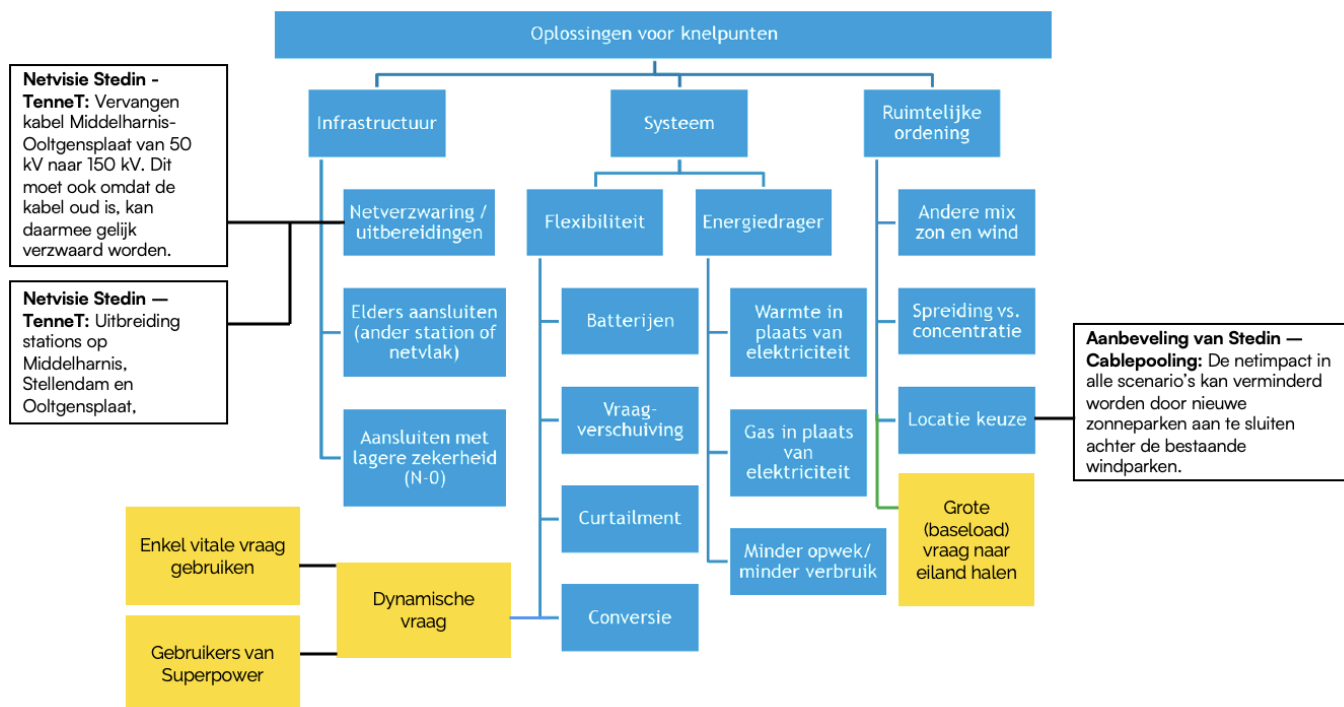
Zijn er knelpunten in scenario D?

In scenario D produceren 70% van de windturbines direct waterstof. In principe is dit ruim voldoende om de knelpunten in 2050 voor Middelharnis, Ooltgensplaat en het MS-net te voorkomen. Het 2026 knelpunt in Middelharnis lijkt alleen erg vroeg om elektrolyse gerealiseerd te hebben, daarnaast komt het knelpunt in Stellendam niet door wind, maar alleen maar door zonnepanelen. Hiervoor is het geen oplossing.

Dynamische vraag: Deze komt voort uit de werksessies met het NP RES. Alles draagt bij aan balans. Dit betekent dat vraag zich (zeer sterk) aanpast aan het aanbod. Bij weinig aanbod van zon en wind zal de vraag dan ook (drastisch) lager zijn. Wanneer er veel zon en wind is zal de vraag juist weer extreem hoog zijn. De term **superpower** wordt hier gebruikt voor een nog onbekende toekomstige industrie, die een zeer hoge elektriciteitsvraag heeft op momenten van overvloed.

Grote (baseload) vraag naar het eiland halen: Baseload vraag is er het hele jaar door, dus ook wanneer er overschotten zijn. Naar het eiland halen van baseload en deze op de juiste plek neerzetten kan opwekknelpunten voorkomen.

Mogelijke oplossingen voor knelpunten



Figuur 18 Oplossingsrichtingen voor capaciteitsknelpunten in de energie-infrastructuur, aangepaste figuur uit de Studeerwerkstuk Utrecht (CE Delft & Quintel, februari 2022)

Korte termijn (<2026) mogelijkheden en onmogelijkheden

Het knelpunt in Middelharnis in 2026 is waarschijnlijk te vroeg voor netverzwaring. Twee manieren lijken het meest logisch om dit korte termijn knelpunt uit te stellen:

1. Aftoppen van aanbod van zon en wind, denk aan het aansluiten van alle nieuwe zonneparken voor maximaal 50% of (maatwerk)afspraken met windproducenten. Nieuwe zonneparken boven 1 MW zijn vanaf de SDE 2022 al verplicht⁵ om voor 50% aan te sluiten. Alles (dus ook kleinere parken) aansluiten op 50% kan veel schelen (zie figuur 19).
2. Strategisch verhogen van de elektriciteitsvraag, in de buurt van Middelharnis. Het gaat hier dan wel om andere orde groottes dan huidige industriële activiteiten op het eiland. Huidige activiteiten hebben nu gemiddeld 3 MW vraag, terwijl de aanbodknelpunten veel groter kunnen zijn.

Mogelijk kan het ophalen van het flexaanbod, zoals bij de [Flexchallenge](#) (zoals op Schouwen-Duiveland en Tholen) of in uitvoering van het codebesluit congestiemanagement, de mogelijkheden op het eiland nog wat exacter in kaart brengen.

Opslag in warmtenetten en -buffers speelt waarschijnlijk een (relatief) kleine rol op het eiland door de lage beschikbaarheid van MT/HT bronnen vanwege de lage dichtheid van de warmtevraag. Vanuit warmte zijn elektriciteitsoverschotten zeker bruikbaar,

vanuit flexibiliteit lost de omzetting naar warmte waarschijnlijk geen grote knelpunten op.

Langere termijn (2026-2030)

Voor de middellange termijn zijn er nog extra mogelijkheden:

1. De netvisie van Stedin en TenneT beschrijft oplossingen voor de kabelverbinding Middelharnis – Ooltgensplaat en de stations. Deze aanpassingen verhelpen alle knelpunten in de scenario's.
2. Vanuit het perspectief van de Wereld van B is het de vraag of je het elektriciteitsnetwerk wel wil uitbreiden op basis van het aanbod. Oftewel, wat kan er wél met het bestaande net? Productie van waterstof kan mogelijk een bijdrage leveren. Er is een Energy HUB scenario dat de 2050-knelpunten voorkomt.

	A	B	C	D	
Additionele zonneparken	313	263	99	99	MW
Vermindering belasting nieuwe zonneparken (50% i.p.v. 70% aansluiting)	63	53	20	20	MW

Figuur 19 Curtailment nieuwe zonneparken van 70-50%

⁵ https://www.rvo.nl/sites/default/files/2022-05/Brochure_SDE_plus-plus-2022.pdf
pagina 13

5 Goerree-Overflakkee als autonoom zelfvoorzienend energie-eiland

5.1 Wat is er nodig voor zelfvoorzienend energie-eiland?

Om deze vraag te beantwoorden verkennen wij zes deelvragen:

1. Wat is een zelfvoorzienend energie-eiland?
2. Hoe autonoom en zelfvoorzienend is het eiland na de RES 1.0?
3. Hoe autonoom en zelfvoorzienend zijn de hoekvlagscenario's?
4. Hoe ziet een autonoom scenario er mogelijk technisch uit?
5. Wat zijn de kansen en de uitdagingen van dit scenario?
6. Wat kunnen wij leren vanuit nu en 2050 voor 2030?

1. Wat is een zelfvoorzienend energie-eiland?

Praktisch betekent een zelfvoorzienend energie-eiland dat het eiland niet afhankelijk is van energie van buiten het eiland. Het heeft elk uur van het jaar de juiste hoeveelheid duurzame energie in de juiste vorm (elektriciteit, gas én warmte). Daarnaast wordt alle energie die op het eiland geproduceerd wordt, ook op het eiland gebruikt. Er is op een volledig zelfvoorzienend energie-eiland geen uitwisseling met het vasteland.

2. Hoe autonoom is Goeree-Overflakkee na de RES 1.0?

Met het huidige energiegebruik en het geplande aanbod uit de RES 1.0 is GO netto **energie-importeur** en **elektriciteitsexporteur**. GO importeert nu benzine en diesel (0.4 TWh) en aardgas (0.4 TWh), en exporteert elektriciteit (0.6 TWh). 81% van de geproduceerde elektriciteit. Ondanks de overproductie op jaarbasis is GO in 26% van de uren nog afhankelijk van stroom van buiten het eiland. In andere woorden, als na de RES in 2030 de elektriciteitskabel wordt doorgeknipt, dan valt meer dan 2000 uur per jaar de stroom uit.

3. Hoe autonoom en zelfvoorzienend zijn de hoekvlagscenario's voor 2050?

In alle hoekvlagscenario's is GO een **netto-exporteur van energie**, dit komt met name doordat alle scenario's uitgaan van een enorme energiebesparing en een beetje tot veel meer opwek in 2050 t.o.v. de RES 1.0. Echter nog steeds importeert GO nog vele uren stroom van buiten het eiland. In scenario A, met re-powering en een enorme energiebesparing is alsnog 13% van de uren import van buiten het eiland. In Scenario D wordt 50% van de tijd elektriciteit geïmporteerd, dit komt omdat veel lokaal geproduceerde elektriciteit direct in waterstof wordt omgezet. 70% van de windturbines leveren direct waterstof en maken geen elektriciteit, dit zorgt dus voor voldoende waterstofproductie, maar maakt het eiland meer afhankelijk van elektriciteitsimport.

4. Hoe ziet een autonoom scenario er mogelijk technisch uit?

Een volledig autonoom scenario is **theoretisch** mogelijk. Het scenario is volledig zelfvoorzienend en er is geen import of export

met het vasteland. Scenario C vormt de basis van dit scenario. Bovenop scenario C zijn een aantal aanvullingen:

- Er is 60 MW elektrolyse neergezet om de overschotten van elektriciteit te gebruiken om eigen waterstof te maken
- Er is een grotere elektrificatie van personen- en vrachtvervoer om de verliezen voor waterstofproductie te verminderen
- Er is een afgezwakte groei van de industrie
- Er staat 18 GWh aan flowbatterijen (18 GWh = 9000 batterijcontainers zoals bij Energiepark Haringvliet van 2 MWh per stuk) en 25 GWh waterstofopslag
- Er staat een 120 MW back-up centrale voor waterstof.

Het scenario is volledig zelfvoorzienend, echter bij een slecht windjaar (= 20% minder wind) importeert Goeree-Overflakkee significante hoeveelheden waterstof (0.2 TWh). Dat is orde grootte gelijk aan de huidige elektriciteitsvraag in de gebouwde omgeving.

5. Wat zijn de kansen en de uitdagingen van dit scenario?

De belangrijkste kansen van het autonome scenario zijn om meer van de lokaal geproduceerde elektriciteit en waterstof zelf te gebruiken en minder afhankelijk te zijn van buiten het eiland. De grootste uitdaging is om lokaal vraag en aanbod op elk uur van de dag voor elke drager in balans te brengen. Dit is gelukt, maar wel met aannames die niet vanzelfsprekend tot stand komen. Er is zijn ondanks de energiebesparing (>25%), een goeie verhouding zon en wind (1:1 op vermogen), slim laadprofiel (Elaad) van auto's, slimmere verhouding waterstof en elektriciteit toch een zeer grote hoeveelheid opslag nodig in waterstof (25 GWh) en flow-batterijen (18 GWh). Om gevoel te krijgen bij 18 GWh kun je het vergelijken met:

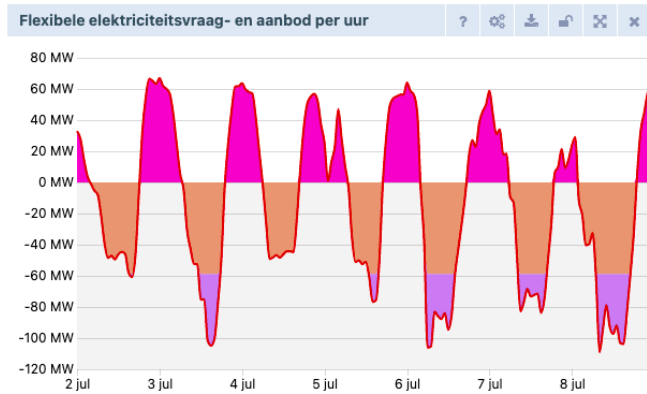
- Alle woningen een thuisbatterij is 0.2 GWh en
- alle batterijen van auto's hebben samen een opslagvolume van 2.6 GWh.
- 18 GWh is gelijk aan ca. 9000 containers, zoals die bij Energiepark Haringvliet staan (2 MWh/container).

- 23x de grootste flowbatterij zoals nu in China te vinden is⁶



Zomerweek:

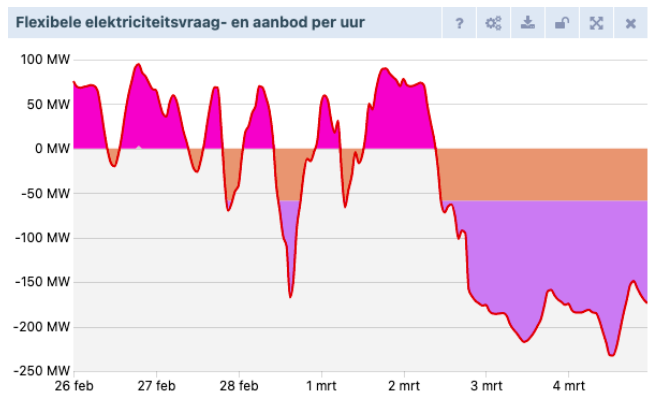
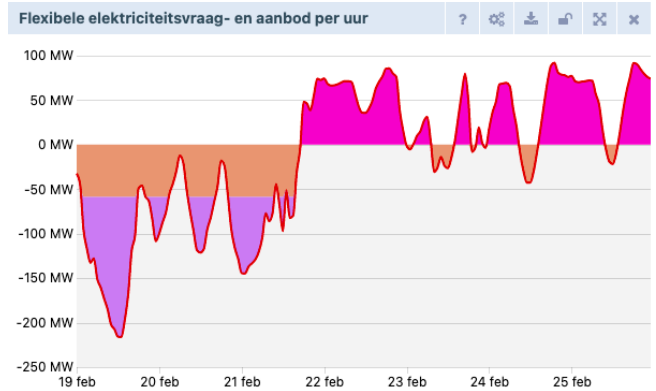
In een zomerweek zie je vooral een onbalans door een dag- en nachtritme. Bij de kortste nachten in het jaar (ca. 8 uur) met gemiddeld 30 MW is 200 MWh (=0.2 GWh) opslag nodig.



Figuur 20 Een zomerweek in het autonome scenario. Positief is elektriciteitsvraag, negatief is elektriciteitsaanbod. Oranje = omzetting naar waterstof; Paars is opslag in batterij, roze is ontladen van batterij.

Winterweek:

In winterweken is de elektriciteitsvraag echter hoger en de momenten dat er geen opwek is langer. Hieronder is een voorbeeld te zien van twee weken in februari. De elektriciteitsvraag is hoger, tot bijna 100 MW. En de duur van weinig productie is langer, hier ongeveer 8 dagen. De opslag voor deze periode is grofweg 9.6 GWh (50 MW * 8 dagen * 24 uur). Dit is nog niet het meest extreme voorbeeld. De huidige hoeveelheid flowbatterijen in het scenario is neergezet om 15 dagen van gemiddeld 50 MW te overbruggen = ca. 18 GWh. De waterstofcentrale gaat alsnog 120 uur aan in het jaar om te zorgen dat de stroomvoorziening niet uitvalt.



Figuur 21 Winterweken in het autonome scenario. Positief is elektriciteitsvraag, negatief is elektriciteitsaanbod. Oranje = omzetting naar waterstof; Paars is opslag in batterij, roze is ontladen van batterij.

6. Wat kunnen wij leren vanuit nu en 2050 voor 2030?

Voor een gebalanceerd en betrouwbaar energiesysteem is Goeree-Overflakkee zowel nu, als in 2030 zeer sterk afhankelijk van de verbinding met het vasteland. Goeree-Overflakkee importeert nu veel olie en gas, en exporteert veel elektriciteit. Maar ook voor een betrouwbare elektriciteitsproductie is het eiland afhankelijk van de kabel met het vasteland. Zelfs na opwek door zonnepanelen en windturbines uit de RES 1.0 zou alsnog 25% van de tijd de stroom uitvallen als het niet verbonden was met het vasteland.

Richting 2050 zullen veel veranderingen leiden tot meer autonomie, zoals het uitvoeren van het RES-bod, de transitie in de mobiliteit met minder import van olie én het verminderen van het aardgasgebruik. Het laatste deel, naar een 100% betrouwbaar en onafhankelijk energiesysteem, waar elke drager altijd op elk moment beschikbaar is, is een enorme uitdaging. De vraag is hoe dit opweegt t.o.v. het behoud van de afhankelijkheid van het vasteland. Wetende dat die wederzijdse afhankelijkheid veel oplevert. De leveringszekerheid op Goeree-Overflakkee wordt gegarandeerd door het vasteland en het eiland levert energie..

Afsluitend

Een volledig autonoom scenario is modelmatig mogelijk, maar lijkt verre van realistisch. Met name de volledige leveringszekerheid

⁶ <https://www.en-former.com/en/china-builds-the-worlds-largest-lithium-free-battery>

Quintel

zorgt voor enorme hoeveelheden benodigde back-up en opslag. In dit scenario is meer opwek door zonnepanelen neergezet dan volgens de RES 1.0 (250 GWh t.o.v. ca. 100 GWh), staat er 60 MW elektrolyse én 18 GWh aan flowbatterijen (18 GWh = 9000 containers zoals bij Energiepark Haringvliet) en 25 GWh

waterstofopslag. Zelfs dan importeert Goeree-Overflakkee enorm veel waterstof (0.2 TWh) in een slecht windjaar (20% minder wind).

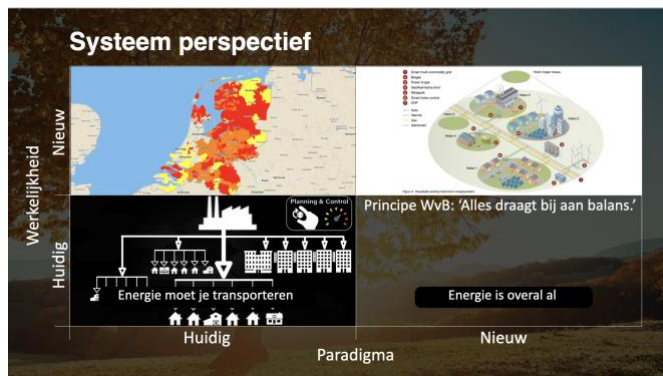
6 Energy Hub

**Wat kunnen wij leren over een Energy Hub scenario,
vanuit het perspectief van de Wereld van B**

6.1 Nieuwe paradigma's en principes

- **Wereld van B** is een concept van het Nationaal Programma RES (NP RES), het bekijkt de huidige wereld van A, volgens nieuwe paradigma's en principes van B.
- Het perspectief 'energie is overal al, dus het hoeft niet overal meer heen te worden geëxporteerd' geeft een andere kijk op omgang met knelpunten op Goeree-Overflakkee.

In dit hoofdstuk verkennen wij de kansen en de uitdagingen die het perspectief van de Wereld van B biedt. Daarnaast wordt er verkend in hoeverre de Wereld van B nu al te modelleren is in het Energietransitiemodel. Dat komt in een extra bijlage 3.



Figuur 22 De wereld van B gaat over een nieuwe werkelijkheid vanuit een nieuw paradigma

Paradigmashift: Energie is overal al

Op dit moment is ons energienet ingericht op basis van het principe van een 'koperen plaat'. Dit betekent dat er altijd voldoende transportcapaciteit moet zijn om energie overal naar toe te vervoeren. Zo importeert Goeree-Overflakkee nog een grote hoeveelheid aan olie en gas vanuit enkele centrale plekken op de wereld. Het exporteert elektronen vanuit windturbines en zonnepanelen naar het Europese elektriciteitsnet. De wereld van B gaat uit van een verschuiving van het paradigma 'Energie moet je transporteren', naar 'Energie is overal al'.

Principe 1: Benut energie lokaal

Waarom zou je energie die overal al is, nog eens overal naar toe transporteren? Het doel van de infrastructuur wordt om energie die overal al is lokaal te benutten volgens het principe 'benut energie lokaal'. Op basis van dit principe licht het zwaartepunt van ook het energiesysteem lokaal. De druk op centrale (nationale)

netten neemt daardoor af. Zo ontstaan kansen om met minder of geen netverzwaringen duurzame, decentrale energie te realiseren.

De wereld van B is een concept van het Nationaal Programma RES. Het ontleent zijn naam aan het inzicht dat je de overgang van de wereld van vandaag (A) naar de wereld van morgen (B) alleen kunt maken volgens het paradigma en de principes van de wereld van morgen, dus van B.

In de energietransitie gaan we van fossiele energie uit een paar centrale bronnen zoals kolencentrales (A) naar duurzame energie uit heel veel decentrale bronnen, zoals windturbines en zonnepanelen (B).

In de Wereld van B organiseren we onze energievoorziening anders. We gaan lokaal opgewekte energie direct lokaal gebruiken of opslaan om later op de dag te gebruiken, of in de koude wintermaanden. Want vraag en aanbod komen zoveel mogelijk bij elkaar en houden elkaar lokaal in balans.

In de Wereld van B kijken we verder dan alleen de techniek. Met de komst van nieuwe energievormen verandert de hele energievoorziening. We onderscheiden een technisch, economisch, sociaal, systemisch en institutioneel perspectief.

De wereld van B is een groeiend netwerk van betrokken deelnemers aan de energietransitie. In een opbouwende en creatieve dialoog streven we naar inzichten en oplossingen voor vraagstukken die de energietransitie kunnen versnellen of verbinden.

De wereld van B is geïnitieerd door het Nationaal Programma Regionale Energiestrategie (NP RES), zie: <https://www.dewereldvanb.nl/>

Voor Goeree-Overflakkee kan dit perspectief betekenen dat de in de scenario's voorziene verduurzaming kan worden gerealiseerd zonder dat er knelpunten optreden en netverzwaring nodig is.

Principe 2: Alles draagt bij aan balans

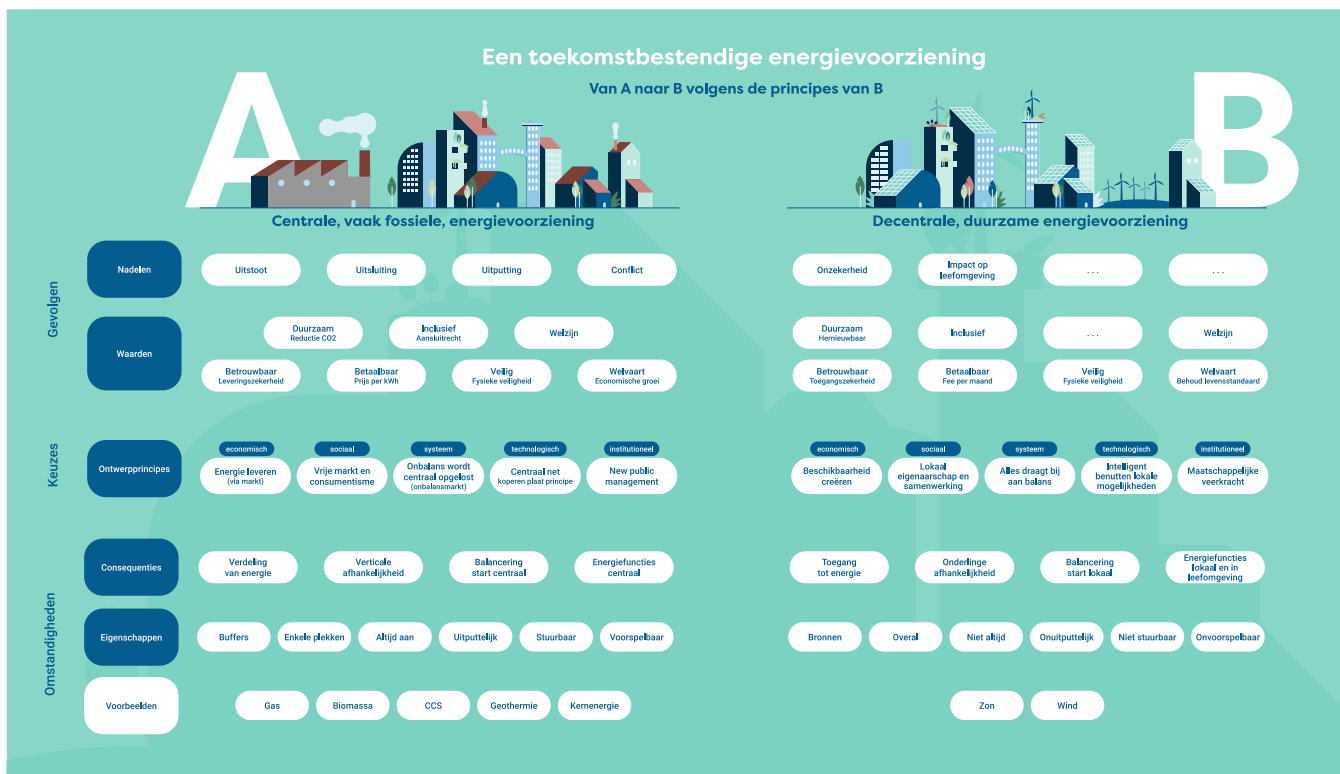
In de Wereld van A is balans centraal geregeld. Continu wordt het net gemonitord en als er meer vraag is, dan gaat er ergens (vaak kilometers ver weg) een centrale harder draaien. In de Wereld van B wordt gedacht vanuit het principe dat 'alles bijdraagt aan balans'. Vanuit dit ontwerpprincipes is het dus niet alleen de aanbodkant, die zich aanpast, maar juist ook de vraag, opslag en conversie op het allerlaagste schaalniveau. Het energiesysteem is daarmee in de Wereld van B op lokaal niveau al volledig aanwezig en functioneel.

Hierdoor ontstaat een gedistribueerd systeem (dat in het dagelijks taalgebruik vaak een ‘decentraal systeem’ wordt genoemd).

Voorbeelden van dit principe zijn apparaten die reageren op weerstroom, grootgebruikers die reageren op enorme overschotten en verminderen gebruik tijdens periodes van weinig zon en wind. Ook leidt dit principe ertoe dat gebruikers van energie zich daar gaan vestigen waar ruimte is. Daar is energie namelijk gratis en overvloedig voorhanden.

Omdat duurzame energie overal is, krijgt ook iedereen er mee te maken. De hoeveelheid situaties en vraagstukken is schier oneindig en centrale sturing wordt steeds complexer en moeilijker. In plaats van een paar knappe koppen centraal alles te laten regelen, gaat de overheid zich daarom richten op het faciliteren van miljoenen lokale knappe koppen. Iedereen neemt beslissingen in zijn eigen omgeving en de complexiteit wordt zo teruggebracht tot behapbare brokken. Power to the people dus en een nieuwe, meer faciliterende rol voor de overheid.

Principe 3: De overheid faciliteert bedrijven en burgers



Figuur 23 Mindmap Wereld van A en B. Wanneer je dit document digitaal leest, dan is het mogelijk om in te zoomen en is de mindmap goed leesbaar.

6.2 Energy Hub scenario

- Het Energy Hub scenario is bijna volledig energieneutraal scenario op uurbasis, geïnspireerd op de Wereld van B.
- Er is in principe geen netverzwaring⁷ nodig in het Energy Hub scenario.



Figuur 24 Visualisatie Wereld van A, B en het Energy Hub scenario

Wat is het Energy Hub scenario?

Het Energy Hub scenario is bijna volledig energieneutraal scenario **op uurbasis** geïnspireerd op de Wereld van B. De gedachte achter Energy Hub scenario is dat **energie lokaal wordt benut en alles bijdraagt aan balans**. Om deze principes te realiseren daagt de overheid de spelers in de energievoorziening uit om met oplossingen te komen⁸.

Het doel van het scenario is niet om tot een 'puriteins Wereld van B' scenario te komen, maar om voldoende van het denken van B toe te voegen om netverzwaring te voorkomen. Dit scenario combineert daarmee de Wereld van A, een centraal energiesysteem met veel import en afhankelijkheden; en de wereld van B, een zeer decentraal energiesysteem waar vraag, aanbod, opslag, conversie en back-up op het eiland geregeld zijn.

Hoe worden netverzwaringen in het Energy Hub scenario voorkomen?

Hoe is het Energy Hub scenario opgesteld?

Scenario C is gebruikt als basis voor het Energy Hub scenario. Dit scenario is op een aantal punten aangepast⁹. De belangrijkste aanpassingen staan hieronder:

- Meer energiebesparing door: Verdergaande isolatie woningen (naar A++) en utiliteiten (A+), maximale gedragsverandering (in het ETM) en meest zuinige apparaten, meer fietsen (3x t.o.v. huidig).
- Groengas vervangen door waterstof, want dat is op het eiland voldoende te maken.
- Er zijn flexibele 'superpower' gebruikers (nu ca 70 MW). Deze gebruikers gebruiken energie wanneer dit in overvloed aanwezig is, nu hebben deze hetzelfde profiel als de productie uit windturbines.
- Curtailment alle zonnepanelen naar 50% en batterijsystemen bij alle zonneparken.

Scenario C veroorzaakte drie knelpunten op de elektriciteitsinfrastructuur:

1. Middelharnis (50 kV), 32 MW overschrijding in 2050
2. Stellendam (13 kV), 1 MW overschrijding in 2050

⁷ Dit gaat dan over de MS en TS-stations en kabels. Het laagspanningsnet is in deze studie niet meegenomen.

⁸ Deze aanpak is inmiddels meerdere malen succesvol toegepast. Bijvoorbeeld door [Provincie Drenthe](#) en tijdens [de flex-challenge op Tholen, Schouwen-Duiveland en 25](#)

[Spijkenisse](#). Ook schreef RVO een [inspiratiegids](#) met oplossingen om energie lokaal te benutten.

⁹ Het uitgebreide overzicht van aanpassingen ten opzichte van scenario C is te vinden in de bijlage.

3. Ooltgensplaat (50 kV), 1 MW overschrijding in 2050

Het Energy Hub scenario wil de markt uitdagen om te komen tot lokale oplossingen voor het voorkomen van de knelpunten. Tot welke exacte oplossingen die leidt is op voorhand niet te zeggen.

In de doorrekening van het scenario zijn we uitgegaan van 3 maatregelen om energie lokaal te benutten en dus niet te hoeven transporteren. Door het aansluiten van nieuwe zonneparken op 50% (i.p.v. 30%) van het vermogen is er ca. 20 MW overschrijding te reduceren. Voor nieuwe zonneparken (> 1 MW) is dat al verplicht in de SDE 2022, voor kleinere parken en zon op dak niet. Het 12 MW aanbodknelpunt is in dit scenario meer dan gereduceerd door:

- 50% curtailment op alle zon op daken (= ca. 30 MW piekreductie) en huidige zonneparken (= ca. 17 MW piekreductie)
- 25 MW aan elektrolyse
- 'Superpower' gebruikers tot wel 70 MW op momenten van overschotten door wind

Gezamenlijk is er een reductie van ruim 140 MW van de aanbodpieken.

Wat zou repowering betekenen in het Energy Hub scenario?

Minder afhankelijk van buiten, meer leveringszekerheid, minder extreme energiebesparing. Op dit moment is het Energy Hub nog 1300 uur per jaar afhankelijk van import. Het is dan niet volledig afhankelijk, maar als de import er niet zou zijn, dan zou de stroom uitvallen. Met repowering daalt dit naar 200 uur. Dit is wel sterk afhankelijk van het weerjaar en het profiel. Met een ander profiel is dit 700 uur. Grotere turbines hebben over het algemeen meer vollasturen, dus leveren veel stabiel en meer per MW per jaar.

Wat zijn de kansen van het Energy Hub scenario?

Er is geen netverzwaring nodig en de verwachte knelpunten treden niet op. Er worden op een beetje elektriciteit na geen energiedragers meer geïmporteerd. De elektriciteits- import is op momenten dat er lokaal schaarste is, dit is minder dan 5% van de vraag.

Daarnaast biedt dit scenario de kans om als er wél netcongestie ontstaat in de toekomst (omdat transportbehoefte toeneemt en Stedin niet in staat is de benodigde verzwaringen tijdig uit te voeren) toch projecten te kunnen ontwikkelen. Deze projecten zullen dan zo worden uitgevoerd dat ze geen additionele belasting van het net veroorzaken. De eerdergenoemde aanpak in Drenthe is op deze manier ontstaan. Het Drentse elektriciteitsnet kent al een aantal jaren code rood en om toch door te kunnen met duurzame projecten besloot de provincie tot een andere weg.

Wat zijn de uitdagingen van het Energy Hub scenario?

¹⁰ <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/07/05/de-chloorfabriek-draait-harder-als-het-waait-a4135652>

- **Snelheid voor voorkomen netverzwaringen:** Indien het Energy Hub scenario netverzwaring zou willen voorkomen, moeten de eerste stappen al voor 2026 plaatsvinden.
- **Superpower vraag organiseren:** Deze superpower industrie is een totaal nieuw soort industrie, die anders is in omvang als in type vraag. Daarmee nog heel theoretisch. Deze industrie reageert in dit scenario op wind, wat betekent dat het maar 1/3 van de tijd draait. Wat voor industrie dit is en of dit rendabel kan, is nog een grote vraag. In dit scenario is 70 MW aan superpowervraag van elektriciteit. De huidige industriële vraag op het eiland is ca. 3 MW en baseload, dat wil zeggen dat het continu is en niet op het weer reageert. Bij deze superpowervraag is 100% dynamisch, i.p.v. de inschattingen¹⁰ van TenneT waar 20% van de huidige industrie flexibeler kan.
- **Realiseren en timing van voldoende elektrolyse, waterstof vraag, infrastructuur en opslag:** Er is in het scenario minimaal 25 MW elektrolyse nodig op het eiland om in de eigen productie te kunnen voorzien. Daarnaast is er 20 GWh¹¹ opslag aan waterstof nodig, dit zijn enorme opslagen. Ook moet de vraag in de gebouwde omgeving en mobiliteit op gang komen.
- **Repowering zonder netverzwaring:** Wanneer je zou repoweren zonder dat je netverzwaring zou willen, dan zal je een veel grotere 'superpower' vraag nodig hebben. Daarnaast zal de elektriciteit altijd nog van aanbod naar vraag moeten, dus deze superpower moet zo dicht mogelijk bij het windpark staan.
- **Batterijen:** Er is 4 GWh (40 MW) aan flowbatterijen in het scenario, naast de 2 GWh die elektrische auto's leveren.
- **Zonnepanelen voor maar 50% aansluiten (curtailment en/of batterijen).** Vooral bij zon < 1MWp is aanvullende beleid nodig.

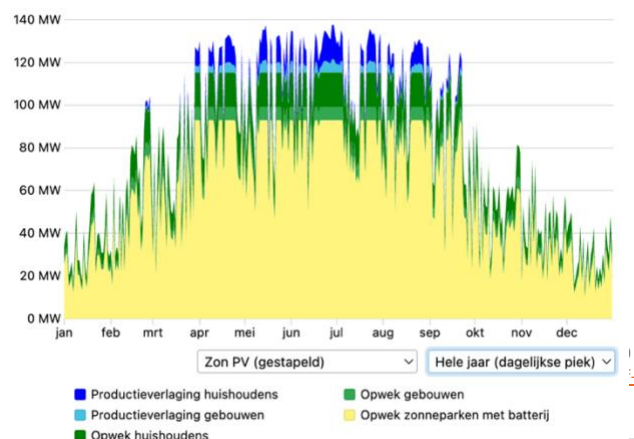
Visuele impressie en doorrekening in het ETM:

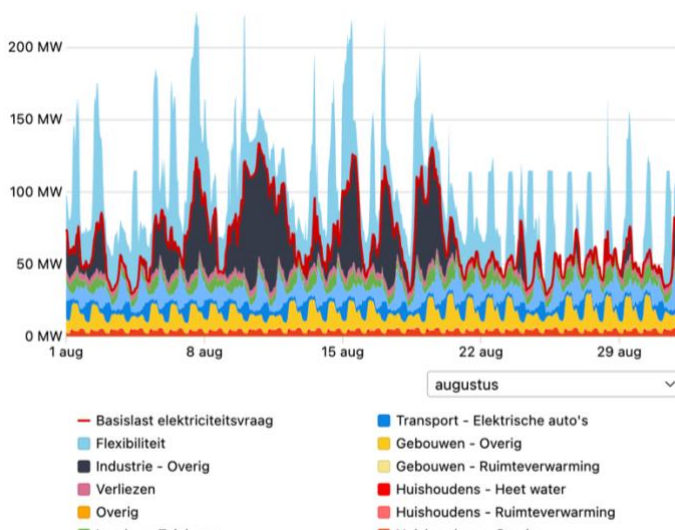
Het Energy Hub scenario staat in het Energietransitiemodel, dat betekent dat het scenario voor iedereen beschikbaar is om:

- Te bekijken en te delen
- Verder te verkennen en op voort te bouwen

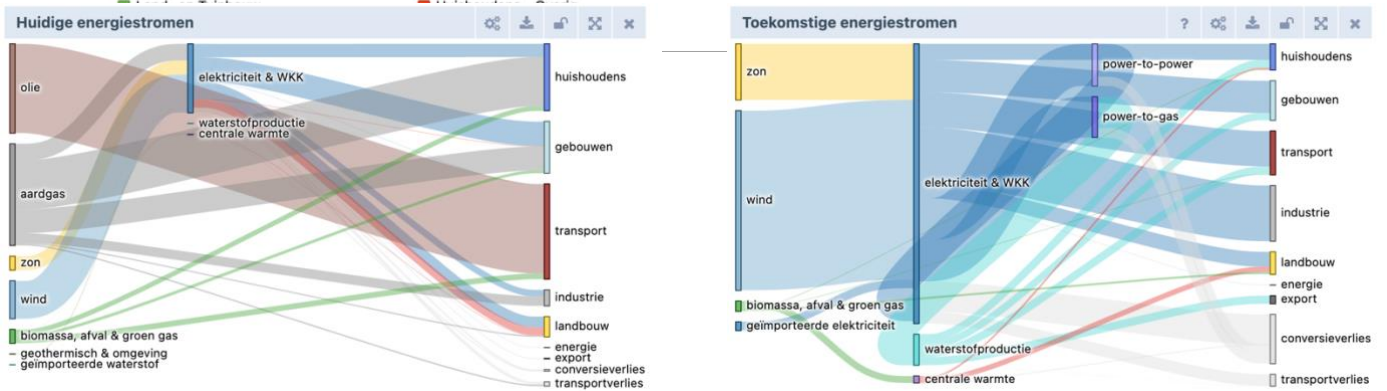
Bekijk het scenario hier:

https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/12630





Figuur 25 Elektriciteitsvraag op uurbasis in het Energy Hub scenario. De Figuur 28 Productie en curtailment van zonnepanelen in het Energy Hub hebben een gustus. ien.



Figuur 2627 Zowel de huidige als de toekomstige energiestromen zijn te vinden in het ETM. NB: Bij huidig staan nog niet de meest recent opgeleverde windparken. Achter 'huidig' zit 2019 Klimaatmonitordata omdat dit tijdens het onderzoek het meest recente en complete energiejaar was.

6.3 Mogelijke routekaart voor omgang met knelpunten vanuit de Wereld van B

Hieronder wordt een mogelijke routekaart geschetst richting de wereld van B. Het is gemaakt vanuit de lessen van de knelpuntenanalyse van Stedin en het Energy Hub scenario van het NP RES. Er zit een verschil in aanpak tussen de netvisie van Stedin en TenneT, waar netverzwaringen de dominante oplossingen zijn en het perspectief van de Wereld van B, waar netverzwaring juist voorkomen wordt. De visies zouden als tegengesteld kunnen worden opgevat, maar kunnen in de praktijk elkaar juist aanvullen.

Deze Systemstudie maakt hier geen keuzes, het probeert zo beschouwend mogelijk de mogelijkheden neer te leggen.

Richting het eerste knelpunt in 2026 is er zeker geen sprake van een tegenstelling, want netuitbreiding is waarschijnlijk niet voor die tijd te realiseren. Dit is mogelijk een kans om gezamenlijk concrete oplossingen te verkennen vanuit de Wereld van B.



Stap 1: Fysiek knelpunten uitstellen

met additionele vraag (baseload/flex) en/of afvlakken van het aanbod, denk aan curtailment, batterijen, mogelijk met maatwerkafspraken.

Uitdagen markt om met lokale oplossingen te komen die netverzwaring helpen voorkomen. Mogelijk kan het ophalen van het flexaanbod, zoals bij de Flexchallenge* (op Schouwen-Duiveland en Tholen) of in uitvoering van het codebesluit congestiemanagement, de mogelijkheden op het eiland nog wat exacter in kaart brengen.

Zicht op kosten en impact netverzwaring en verkenning van de geografische schaal van energie-uitwisseling.

*) <https://www.stedin.net/over-stedin/pers-en-media/persberichten/eerste-inzichten-en-vervolgstappen-stedinflexchallenge>

Stap 2: Afweging netverzwaringen

versus alternatieven in bredere context. De ingrepen op Goeree-Overflakkee helpen ook knelpunten elders voorkomen.

Structureel nieuw aanbod koppelen aan superpower flexvraag, denk aan elektrolyse of andere nieuwe superpower users.

Aftoppen van aanbod, door curtailment, mogelijk in combinatie met batterijen.

Stap 3: Verder werken naar de Wereld van B

Vraag, aanbod, conversie, transport en opslag zoveel mogelijk op elkaar afstemmen in deze nieuwe Wereld van B.

7 Bijlagen

7.1 Bijlage 1: Details scenario-aannames

Links naar scenario's in het Energietransitiemodel

De scenario-aannames zijn in de scenario's te vinden, per scenario zijn er enkele honderden aannames gedaan, die gezamenlijk een mogelijke toekomst beschrijven. A-D zijn vertalingen van de hoekvlaggen van de Stysteemstudie Zuid-Holland naar Goeree-Overflakkee. Autonomie en Energy Hub hebben zijn in de basis scenario C met aanpassingen, deze zijn in deze bijlage toegelicht. Voor alle aannames per scenario, zie:

- Stysteemstudie Goeree-Overflakkee - Scenario A: https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/12638
- Stysteemstudie Goeree-Overflakkee - Scenario B: https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/12639
- Stysteemstudie Goeree-Overflakkee - Scenario C: https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/12640
- Stysteemstudie Goeree-Overflakkee - Scenario D: https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/12641
- Autonomie: https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/12285
- Energy Hub: https://pro.energytransitionmodel.com/saved_scenarios/12630

Hoekvlagscenario's: Stysteemstudie Zuid-Holland vs. Stysteemstudie Goeree-Overflakkee

Op een aantal belangrijke punten wijken de scenario's van de Stysteemstudie Goeree-Overflakkee af van de scenario's gemaakt voor de Stysteemstudie Zuid-Holland. Hieronder is een overzichtstabel te vinden van deze afwijkingen:

Tabel 1 Scenario-aanpassing t.o.v. Stysteemstudie Zuid-Holland

Scenario-aanpassingen (t.o.v. basisscenario's uit de Stysteemstudie Zuid-Holland)

	A	B	C	D	Algemeen
<i>Gebouwde omgeving</i>	Hoger aantal LT warmtenetten voor woningen, met name op aquathermie. Op basis van gegevens gemeente.			Hoger deel waterstof cv's in woningen. Tot 30% en in plaats van hybride warmtepompen.	
<i>Mobiliteit</i>	Vervanging biobrandstoffen vrachtovervoer door waterstof	Vervanging biobrandstoffen vrachtovervoer door waterstof	Vervanging van biobrandstoffen vrachtovervoer door elektriciteit	Vervanging van biobrandstoffen vrachtovervoer door waterstof	In buurten met veel toerisme is een aangepast vraagprofiel gebruikt
<i>Industrie en landbouw</i>					<i>Geen aanpassingen gemaakt</i>
<i>Aanbod (Electriciteit)</i>	<p><i>Repowering van huidige turbines tot 352 MW en 1.3 TWh</i></p> <p><i>Zonneveld van 554 MW naar 400 MW</i></p> <p><i>Zon op dak gelijk gezet aan maximum NP RES</i></p>	<p>Wind gelijk gehouden (is 238 MW en 0.7 TWh), nagenoeg gelijk aan RES.</p> <p><i>Zonneveld van 453 MW naar 350 MW</i></p> <p><i>Zon op dak gelijk geschaald o.b.v. max SS</i></p>	<p>Wind gelijk gehouden (is 238 MW en 0.7 TWh), nagenoeg gelijk aan RES.</p> <p><i>Zonneveld gelijk gebleven 186 MW</i></p> <p><i>Zon op dak gelijk geschaald o.b.v. max SS</i></p>	<p>Wind: Ophogen naar huidig + aanleg + in voorbereiding (van 0.4 naar 0.7 TWh en 120 naar 238 MW)</p> <p><i>Zonneveld gelijk gebleven 186 MW</i></p>	

kaarten (van 264 MW naar 163 MW)

ZH en NP RES (van 220 naar 135 MW)

ZH en NP RES (van 109 naar 63 MW)

Zon op dak gelijk geschaald o.b.v. max SS
ZH en NP RES (van 89 naar 53 MW)

Flexibiliteit	-	-	-	70% van de windturbines aansluiten op een elektrolyzer en een waterstofnet
---------------	---	---	---	--

Elektrolyzers bij windparken in scenario D

Uitgangspunten:

- Voorstel voor elektrolyzers in scenario D
- De windparken waar elektrolyzers bij zijn gezet leveren alleen waterstof en geen elektriciteit.
- De grootste parken worden uitgerust met elektrolyzers
- Er worden zoveel parken uitgerust met elektrolyzers dat (ongeveer) de hele jaarlijkse waterstofvraag van scenario D voorzien kan worden met lokaal geproduceerde waterstof

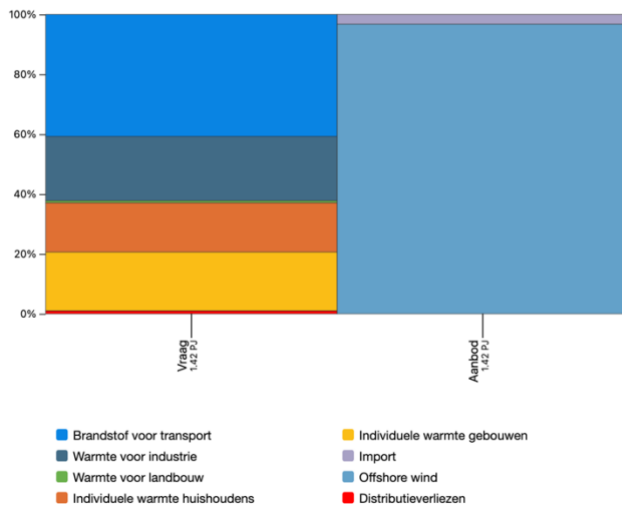
Scenario-aannames:

- 70% van het geïnstalleerd vermogen van windmolens wordt gekoppeld aan een elektrolyzer (193 MW)

Scenario-uitkomsten:

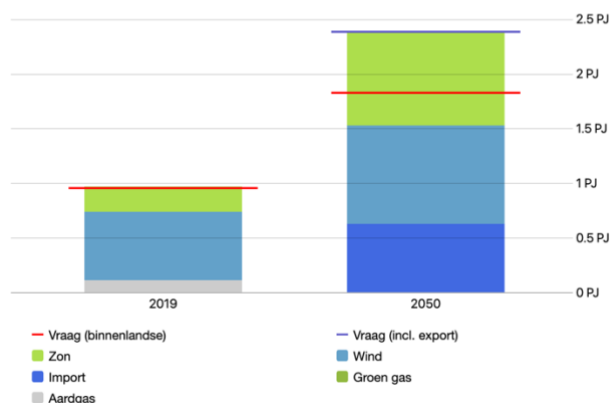
- De jaarlijkse productie van waterstof is 1,4 PJ wat gelijk is aan de jaarlijkse vraag naar waterstof in dit scenario
- De jaarlijkse elektriciteitsproductie neemt af naar 1,8 PJ wat gelijk is aan de jaarlijkse vraag naar elektriciteit in dit scenario

Vraag en aanbod van het centrale waterstofnet



Figuur 29 vraag en aanbod van het centrale waterstofnet in scenario D

Elektriciteitsproductie



Figuur 30 Elektriciteitsproductie in scenario D

Overzicht aanpassingen van scenario C naar Energy Hub

- Woningen:
 - o Labels woningen van gemiddeld A-B, naar A++
 - o Maximale energiebesparing in apparaten.
 - o Maximale gedragsverandering in ETM (uitdoen lampen, apparaten, verwarming en lage temperatuurwasjes)
- Diensten:
 - o Labels utiliteiten naar A+
 - o Deel verwarming hybride warmtepomp op groengas, naar waterstof, omdat groengas geïmporteerd moet worden en waterstof gemaakt kan worden.
- Industrie:
 - o Superpower users, 'Overige' industrie met hetzelfde verbruiksprofiel als windproductie. Totaal gebruik is 5x huidige lokale industrie (!)
 - o Alle lokale industrie vervangen met deze superpower users.
- Mobiliteit:
 - o Modal shift aangenomen 3x meer fietsen en busvervoer.
- Aanbod:
 - o Alle zonneparken een batterijsysteem
 - o Curtailment overall 50%. Hierdoor wordt er maar 4% van de stroom weggegooid.
 - o Elektrolyse: 25 MW

7.2 Bijlage 2: Overzicht windturbines + repowering

	Naam	Aantal huidig	Vermogen huidig per turbine(MW)	Totaal vermogen huidig (MW) + aanleg + voorbereiding	Opwek (GWh)	Opwek (TWh)	Vollasturen	Bron
Bestaand	Hellegatsplein	4	3	12			1694	RES 1.0
	Van Pallandt	7	2	14			1694	RES 1.0
	Martina Cornelia	4	2.5	10			1694	RES 1.0
	Zuivering Middelharnis	1	0.66	0.66			1694	RES 1.0
	Battenoert	4	3.05	12.2			1694	RES 1.0
	Herkingen	3	2.75	8.25			1694	RES 1.0
	Piet de Wit I (gaan weg)	12	1.75	21			1694	RES 1.0
In aanleg	Haringvliet GO	6	4	24			2946	RES 1.0
	Blaakweg	3	3.6	10.8			2946	RES 1.0
	Suyderlandt	3	3.6	10.8			2946	RES 1.0
	Oostflakkee	8	4.2	33.6			2946	RES 1.0
In voorbereiding	Kroningswind	19	4.2	79.8	246		3080	Begrippenkader RES 2.0
	Piet de Wit II	7	4.8	33.6	103		3080	Begrippenkader RES 2.0
	subtotaal				275			
	Totaal	81	3	250	715	0.7	2863	

Overzicht van hypothetische repowering van bestaande parken (theoretische verkenning).

Naam	Aantal nieuw repowering	Vermogen nieuw (MW)	Totaal vermogen nieuw (MW)	Vollasturen	Opwek (MWh)	Opwek (TWh)
------	-------------------------	---------------------	----------------------------	-------------	-------------	-------------

Bestaand	Hellegatsplein	4	8	32	3650	116800	0.12
	Van Pallandt	6	8	48	3650	175200	0.18
	Martina Cornelia						
	Zuivering Middelharnis						
	Battenoot	3	8	24	3650	87600	0.09
	Herkingen	2	8	16	3650	58400	0.06
	Piet de Wit I (gaan weg)						
in aanleg	Haringvliet GO	4	8	32	3650	116800	0.12
	Blaakweg	2	8	16	3650	58400	0.06
	Suyderlandt	2	8	16	3650	58400	0.06
	Oostflakkee	5	8	40	3650	146000	0.15
In voorbereiding	Kroningswind	11	8	88	3650	321200	0.32
	Piet de Wit II	5	8	40	3650	146000	0.15
	Totaal	44	80	352	3650	1284800	1.28

7.1 Bijlage 3: De Wereld van B modelleren in het ETM

Het is voor een groot deel mogelijk om de Wereld van B te modelleren in het Energietransitiemodel. Gebruikers kunnen voor een gebied (gemeente, RES-regio, provincie, land, of Europa) scenario's maken die aansluiten bij de principes van B. Zoals bijvoorbeeld het Energy Hub scenario. Lessen over het ETM tijdens de eerste verkenning van een Wereld van B scenario

- Het ETM biedt **veel ruimte aan gebruikers om zelf de toekomst te verkennen**. Gebruikers kunnen aannames doen over de ontwikkelingen van alle sectoren. Daarnaast kan je zelf profielen uploaden, bijvoorbeeld vraagprofielen die passen bij de gedachte in het scenario. De (overige) industrie heeft in het Energy Hub scenario bijvoorbeeld een vraagprofiel gekregen dat gelijk is aan de productie van elektriciteit door windturbines.
- Het ETM **maakt toekomstbeelden** (kansen en uitdagingen) **veel concreter**. Het ETM rekent vraag, aanbod, opslag, conversie, import piek en back-up door voor alle sectoren, dragers en uren in het jaar. Hierdoor krijg je een scherper beeld van het toekomstige energiesysteem dat je wil verkennen.
- Het ETM is het **meest geschikt voor gemeentelijk en hogere geografische niveaus** (RES-regio's, provincies en landen). Voor het schaalniveau van woningen, wijken, bedrijventerreinen is het ETM minder geschikt en als 'een kanon op een mug schieten'. Vanuit de Wereld van B is het ook de wens om het allerlaagste schaalniveau te verkennen, zoals wijken en bedrijventerreinen, maar ook zelfs op het niveau van apparaten en woningen. Het is nog een zoektocht hoe dat het beste kan worden gedaan. De som van deze interacties op het laagste niveau kan wel weer leiden tot profielen die je op gemeentelijk niveau (of hoger) in het ETM kunt bekijken.
- Het **ETM kan op hoofdlijnen rekenen aan de benodigde investeringen in de infrastructuur** die horen bij een toekomstbeeld. Voor gedetailleerde inschattingen van de benodigde infrastructuur blijft de netbeheerder nodig vanwege hun expertise en data. Het bottom-up Wereld van B perspectief, waar elk individueel vraagprofiel zich (in extreme) aanpast aan het aanbod, zou mogelijk kunnen leiden tot een andere uitkomsten voor de infrastructuur dan de methode die komt door top-down regionalisatie, met aanvullen van lokale ontwikkelingen. Voor het verkennen van de Wereld van B is het daarom belangrijk dat er snel en iteratief gerekend kan worden aan infrastructuur. De Stroomstudie Goeree-Overflakkee was pas het begin van de verkenning van de Wereld van B in het ETM en de effecten op de infrastructuur.
- **Alles draagt bij aan balans**, daarmee is **vraagverschuiving heel belangrijk** in de Wereld van B. Op meerdere manieren is het nu al mogelijk om deze vraagverschuiving toe te passen:
 - Als gebruiker kan je sectoren laten groeien of krimpen, Hierdoor haal je bijvoorbeeld meer of minder industrie naar jouw regio.
 - Industrieën kunnen hun vraag uitstellen (0-500 uur) totdat de prijs goedkoper wordt, of juist overschotten laten gebruiken (power-to-heat) wanneer stroom goedkoop is. Dit sluit mogelijk aan bij de superpower users die stroom gebruiken op momenten van overschotten. **(nieuwe feature)**
 - Meerdere laadprofielen kiezen voor elektrische auto's van overal laden tot slim laden.
 - Hybride warmtepompen die prijs gestuurd kunnen werken en overschakelen op gas (groengas/waterstof) bij schaarste aan elektriciteit.
 - Ook kan je als gebruiker zelf profielen toevoegen. Hele extreme profielen waar enkel de vitale vraag doorgaat en al het andere gebruik (ook woningen en diensten) zich aanpassen wanneer er weinig tot geen zon of wind is, dat is nu nog niet eenvoudig te modelleren in het ETM.
- Net als de **Wereld van B** is het ETM ook **nooit klaar** en **altijd in ontwikkeling**.

Quintel

Contact

info@quintel.com
mart.lubben@quintel.com