

2030

Wat verandert er in 2030 voor Nuon als energieproducent?

Team: 1

Teamleden: Brent van Teijn (500644644)
Lorenzo Barranco (500689462)
Coen Kars (500714837)
Doris Neelen (500712055)

Uitstroomprofiel: Innovatie management

School: Hogeschool van Amsterdam

Datum: 26 januari 2018

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksrapport dat is geschreven door studenten van het uitstroomprofiel Innovatie management van de opleiding Technische Bedrijfskunde. Het projectteam bestaat uit vier studenten die deze studie volgen aan de Hogeschool van Amsterdam.

In het vierde jaar van de studie Technische Bedrijfskunde worden de studenten voorbereid op de toekomstige positie als technisch bedrijfskundig ingenieur. Dit gebeurt onder andere door een verdieping in de opleiding met behulp van het volgen van een uitstroomprofiel. Innovatie management is een van de uitstroomprofielen die gekozen kan worden.

Tijdens het uitstroomprofiel Innovatie management voeren de studenten een project uit dat in het teken staat van Energie Transitie. De klimaatproblematiek staat overal hoog op de agenda. Bij de mensen begint het besef te komen dat er bepaalde dingen moeten veranderen. Hoe dit moet worden aangepakt en hoe 2030 er precies uit moet komen te zien is vrij onbekend.

In dit rapport is een bussinescase beschreven voor het energiebedrijf Nuon. Hierin staan de mogelijke scenario's bESchreven omtrent de energietransitie. Een van deze scenario's is verder uitgewerkt in een business case.

Bij dezen willen wij graag Egbert-Jan van Dijck en Renee Heller bedanken voor de fijne samenwerking tijdens deze periode.

Veel leesplezier, namens team 1!

Doris Neelen | Brent van Teijn | Lorenzo Barranco | Coen Kars

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Inhoudsopgave.....	3
Inleiding	4
1. Het bedrijf: Nuon.....	4
2. Stakeholdersanalyse	7
3. PESTEL-analyse	10
4. Trends in energietransitie	14
5. Scenarioplanning	22
PESTEL-Analyse	22
Scenario's	24
Sustainable Doom.....	24
Who Cares?	25
Hydrogen Generation.....	26
Own your Own	27
6. Business Case “Naam gecombineerde scenario”	28
Uitwerking scenario.....	28
Nieuw Business Model Canvas Nuon	30
Technologie markt combinatie (TMC).....	32
TMM	34
Financieel.....	39
Implementatie	44
Business Roadmap	44
Implementatie	45
Bijlagen.....	51
1. Scenario analyse	51
2. Business Model Canvas (Huidige situatie).....	52
3. Business Model Canvas (Hydrogen Generation)	53

Inleiding

Zoals in het voorwoord benoemd komt de klimaatproblematiek steeds hoger op de agenda te staan. Mensen worden zich steeds meer bewust dat er actie ondernomen moet worden op de klimaatproblemen tegen te gaan.

In dit onderzoek wordt er gekeken naar de veranderingen in de energiemarkt. Hierbij wordt er voor Nuon gekeken vanuit het energieopwekking perspectief. Er wordt onderzocht welke veranderingen mogelijk plaats gaan vinden in 2025 en hoe Nuon hierop kan inspelen.

De doelstelling van het project is:

Een uitgewerkte probleemanalyse vanuit de positie van een energiebedrijf als Nuon geprojecteerd op de business modellen die betrekking hebben op de energie transitie.

Het rapport is opgedeeld in 6 hoofdstukken.

In het eerste hoofdstuk wordt er gekeken naar het energiebedrijf Nuon. Hierin is het Business Model Canvas van Nuon beschreven. De visual van het huidige Business Model Canvas is in bijlage 2 weergegeven.

In het tweede hoofdstuk is de stakeholdersanalyse uitgevoerd. Hierbij worden de stakeholders toegelicht en gerangschikt op invloed en belang.

Het derde hoofdstuk bevat een marktanalyse die gemaakt is met behulp van de PESTEL-analyse. Hierbij wordt er gekeken naar de politieke, economische, sociale, technologische en ecologische ontwikkelingen in de energiemarkt.

In hoofdstuk 4 zijn de trends onderzocht op het gebied van energietransitie. Hierbij wordt er gekeken naar trends op macro-, meso- en microniveau.

De scenarioplanning die gemaakt is, is weergegeven in hoofdstuk 5. Met behulp van de PESTEL-analyse zijn er drivers gekozen waarmee vier scenario's zijn ontwikkeld. Deze scenario's worden vanaf pagina 25 uitgewerkt.

Vanuit de scenarioanalyse wordt er in hoofdstuk 6 een scenario gekozen. Dit scenario wordt verder uitgewerkt in de Business Case. Dit wordt gedaan met behulp van het Business Model Canvas, Technologie Markt Combinatie, Technology Maturity Model en een financiële analyse.

Als laatste is de implementatie toegevoegd. Hierin is wordt een advies gegeven aan Nuon over hoe het gekozen scenario geïmplementeerd kan worden.

1. Het bedrijf: Nuon

Algemene beschrijving

Business Model Canvas Nuon

Value Propositions

Nuon is al langer dan 20 jaar bezig met het voorzien van stroom en gas aan consumenten. Hierdoor is Nuon met de vele kennis in de markt een van de meest betrouwbare producenten en leveranciers. Nuon kan gas en stroom op verschillende manieren, groen of grijs, aanbieden aan de consument tegen een betaalbare prijs.

Customer Segments

Nuon biedt zijn gas aan consumenten aan die nog warmte produceren met een conventionele gasketel. Daarnaast biedt Nuon de stroom aan consumenten die zelf geen eigen energie produceren en aangesloten zijn op het energienetwerk.

Customer relations

Hoe Nuon de relatie met zijn consumenten onderhoudt is door een beloningssysteem. Wanneer je een contract afsluit voor een lange periode of al langere tijd klant bent bij Nuon, dan biedt Nuon de consument leuke kortingen en voordelen aan. Daarnaast kan een klant vanaf het afsluiten van een contract per maand sparen voor kortingen en voordelen.

Channels

Nuon bereikt de klanten voornamelijk via Social Media, zoals dat hedendaags zeer gebruikelijk en effectief is. Daarnaast is Nuon regelmatig terug te zien op reclamespots, waarbij de acties worden aangeboden. Op Google maakt Nuon ook gebruik van Google advertenties zodat indien consumenten zoeken naar een energiebedrijf Nuon direct boven aan de zoeklijst tevoorschijn komt.

Key Activities

De grootste activiteiten die Nuon verricht is voornamelijk het winnen van gas en het opwekken van stroom uit kolencentrales, zonnepanelen en windparken. Daarnaast behoren de activiteiten als inkoop en productie van grondstoffen, windmolens en zonnepanelen tussen de belangrijkste activiteiten.

Key Resources

Het percentage duurzaam opgewekte energie is voor Nuon nog maar 5,8%. Dit betekent dat de overige 94,2% grijs opgewekte stroom betreft. Dit maakt dat de belangrijkste grondstoffen voor Nuon nog steeds Kolen en Aardgas zijn.

Key Partners

Partners zoals Liander en gemeentes/provincies zijn belangrijke stakeholders voor Nuon. Liander is belangrijk voor het distribueren van de gewoon stroom en het gewonnen gas. Daarnaast zijn de gemeentes en provincies zeer belangrijk omdat aan het proces van Nuon vele wetten en regels verbonden zijn. Waardoor samenwerking met gemeentes en provincies gewenst is.

Cost Structure

Met de 4.200 medewerkers die Nuon heeft worden de meeste kosten ook gemaakt aan de salaris kant. Ook machinekosten voor het winnen van elektriciteit en gas zijn grote factoren.

Revenue Streams

De opbrengsten zijn bij Nuon redelijk simpel. Het verdienmodel bestaat uit contracten die met de afnemers worden afgesloten. Hierbij worden elke maand of jaarlijks abonnementskosten afgenomen.

De visual van het Business Model Canvas is opgenomen in de tweede bijlage.

2. Stakeholdersanalyse

Nuon is een energieleverancier die ook zelf voor de opwekking van energie en gas zorgt. In dit hoofdstuk zullen de stakeholders van Nuon worden toegelicht. De stakeholders worden in figuur 1 in kaart gebracht op basis van hun belangen en invloed.

Politici

Belangrijke stakeholders voor Nuon zijn politici. Nuon is nauw betrokken bij het energieakkoord (NUON, 2018). In Nederland is er een elektriciteitswet waar energie opwekkers zoals Nuon zich aan moeten houden. De activiteiten van een groot energiebedrijf als Nuon hebben impact op de maatschappij. Daarom is het ook belangrijk dat er goede communicatie is tussen Nuon en politici. Wanneer er nieuwe wetten worden aangenomen is het belangrijk dat Nuon zijn activiteiten hierop kan aanpassen. De politici hebben invloed op de activiteiten van Nuon door bijvoorbeeld het aannemen van nieuwe wetten. Daarnaast hebben de politici ook een belang bij de manier van het opwekken van energie. De manier van energie opwekken kan voor Nederland bijdragen aan het behalen van de 2020 doelstellingen die in Parijs zijn afgesproken met de deelnemende landen.

Gemeenten/Provincies

Voor bepaalde activiteiten van Nuon moeten vergunningen aangevraagd worden. Deze vergunningen moeten bij de gemeenten of bij provincies worden aangevraagd. Het is daarom van belang dat er een goede communicatie is tussen Nuon en gemeenten/provincies. De gemeenten en provincies hebben invloed op het opwekken van energie. Als vergunningen niet worden goedgekeurd heeft dit impact op de activiteiten van Nuon. Daarnaast hebben gemeenten/provincies ook belang bij de opgewekte energie omdat de gebieden waar zij verantwoordelijk voor zijn voorzien moeten worden van energie.

Netbeheerder

Een netbeheerder maakt het mogelijk dat Nuon energie kan leveren. Met welke netbeheerder Nuon te maken heeft is plaats afhankelijk. Zo is Liander de netbeheerder in de provincies Flevoland, Friesland, Gelderland, Noord-Holland en Zuid-Holland (Liander, 2018). De netbeheerder heeft invloed op de opwekking van energie en belang hierbij. Omdat de dienst die de netbeheerder aanbiedt te maken heeft met het kunnen leveren van energie.

Energieleveranciers

De opgewekte energie moet aan de gebruikers geleverd kunnen worden. Nuon is naast opwekker van de energie ook leverancier. De energieleverancier heeft invloed op de opwekking van de energie. Mocht de vraag van de leverancier veranderen heeft die invloed op de energieopwekking. Het belang van de energieleverancier is groot omdat de energieleverancier ook klanten tevreden moet houden.

Energiegebruikers

De gebruiker van de opgewekte energie kan een particuliere klant of een zakelijke klant zijn. Nuon biedt beide klantengroepen verschillende contracten aan. De energiegebruiker heeft invloed op de activiteiten van Nuon. Bijvoorbeeld als de gebruikers alleen nog maar hernieuwbare energie willen gebruiken, zal Nuon hier de energieopwekkingsactiviteiten op moeten aanpassen. Het belang van de gebruikers is niet groot.

Aandeelhouders

De aandeelhouders van Nuon zijn uiteraard ook een belangrijke partij. Nuon moet de aandeelhouders tevredenstellen, anders verkopen ze hun aandeel in Nuon. De aandeelhouders hebben ook inspraak op de activiteiten van Nuon. Aandeelhouders die alleen of gezamenlijk ten minste 1% van het geplaatste kapitaal van Nuon Energy vertegenwoordigen, kunnen onderwerpen op de agenda van de Algemene Vergadering van Aandeelhouders laten plaatsen (NUON, 2018). De aandeelhouders hebben veel invloed op de besluitvoering en hier ook veel belang bij. Het kan namelijk voor de aandeelhouders geld opleveren als er goede keuzes gemaakt worden.

Omwonenden van projecten Nuon

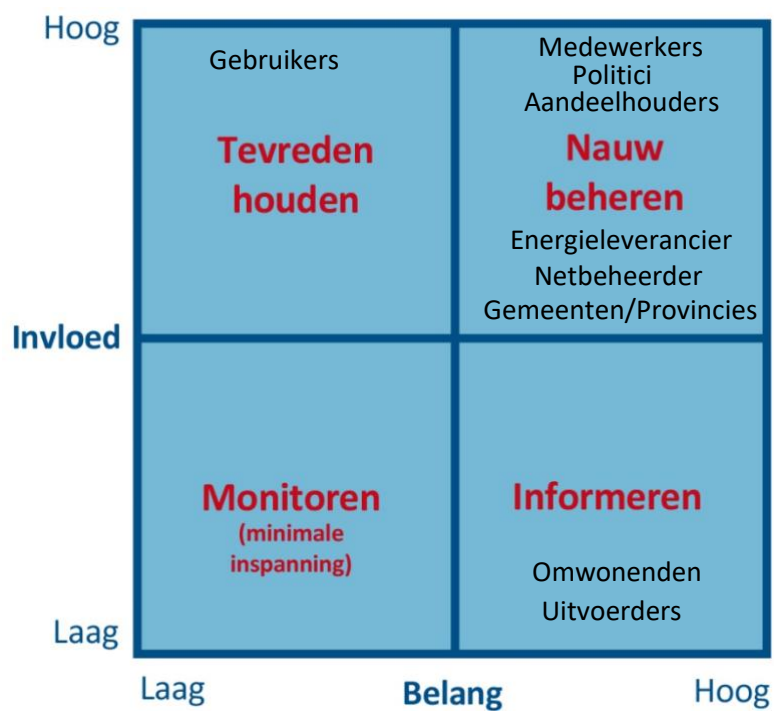
Nuon heeft naast de gebruikers ook met omwonenden te maken. Dit zijn mensen die bijvoorbeeld geen gebruik maken van de energie die Nuon opwekt. Maar wel lasten hebben van de projecten van Nuon. Dit kan een persoon zijn die uitkijkt op het windmolenpark dat Nuon aangelegd heeft om energie op te wekken. De omwonenden kunnen proberen invloed op de activiteiten van Nuon uit te voeren door bijvoorbeeld een petitie ertegen te starten. Of dit daadwerkelijk invloed heeft op de activiteiten is maar de vraag. Het belang van deze stakeholders is hoog.

Werknemers

De werknemers van Nuon zijn een belangrijk aspect voor het bedrijf. De werknemers moeten de waarden en normen van het bedrijf dragen. De invloed van de medewerkers is afhankelijk van de functie. Er wordt vanuit gegaan dat de medewerkers invloed hebben op de besluitvoering van Nuon. Daarnaast hebben de medewerkers uiteraard ook een belang bij de uitkomst hiervan omdat de medewerkers de besluiten moeten toepassen.

Uitvoerders

De uitvoerders zijn de externe bedrijven die de projecten van Nuon uitvoeren. Zoals het bouwen van een windmolenpark. Het is belangrijk dat er een goede communicatie is tussen de uitvoerders en Nuon zodat het verwachte eindresultaat behaald kan worden. De invloed van de uitvoerders is laag maar het belang van een goed eindresultaat is hoog. De uitvoerders hebben geen tot weinig inspraak bij de eisen van Nuon maar het is voor deze stakeholders wel belangrijk dat het eindresultaat naar wens is. Nuon is namelijk de klant van de uitvoerders.



Afbeelding 2.1 Stakeholdersanalyse

3. PESTEL-analyse

Politiek en wetgeving

Overheid stimuleert hernieuwbare energie

De overheid stimuleert particulieren en bedrijven om te investeren in hernieuwbare energie met behulp van subsidies. Zo zijn er voor zonnepanelen btw-regelingen waarbij particulieren de mogelijkheid krijgen om de volledige btw op de aanschaf van zonnepanelen terug te vangen. Deze regeling zal ook in 2018 gelden (zonnepanelen.net, 2018). Het budget voor subsidies in 2018 is €100 miljoen (Rijksoverheid, 2018).

2020 doelen/2030 doelen

Vanuit het Parijs-akkoord, dat wereldwijd opgesteld is, geldt dat de opwarming niet boven de 2 graden Celsius mag stijgen. Voor Nederland betekent dit dat de CO₂-uitstoot in 2030 gehalveerd moet zijn. Een juist beleid vanuit de politiek is hierbij een belangrijke factor. De investeringen in de komende 10 jaar bepalen daarom een heel groot deel hoe de Nederlandse energievoorziening er uit gaat zien. Het is daarom belangrijk dat er vanuit de politiek voldoende geld vrij wordt gemaakt voor investeringen in duurzaamheid (Planbureau, 2016).

Economisch

Kosten en opbrengsten opwekken energie

De kosten die gebonden zijn aan het “duurzaam zijn” zijn relatief gezien hoog. Dit zorgt ervoor dat mensen die keuzes maken op financieel niveau vaak niet voor duurzame innovaties kiezen (groningenenergieneutraal, 2018). Hierbij is een efficiëntie en opschaling van groot belang. Wanneer de efficiëntie van innovaties stijgt zullen de kosten eerder terugverdiend zijn. Daarnaast zorgt opschaling ervoor dat de investeringskosten van bijvoorbeeld energieopslag goedkoper wordt.

Vraag energie blijft stijgen

De vraag van energie zal naar verwachting blijven stijgen met wel 30% meer in 2030 (EnergieFlex, 2016). Dit heeft als resultaat dat er meer energie opgewekt moet worden. Hier moet rekening mee gehouden worden voor het opwekken van energie. Wordt er geïnvesteerd in de efficiëntie van de energie opwekkers of wordt er geïnvesteerd in meer energie opwekkers.

Decentraal of centraal energie opwekken

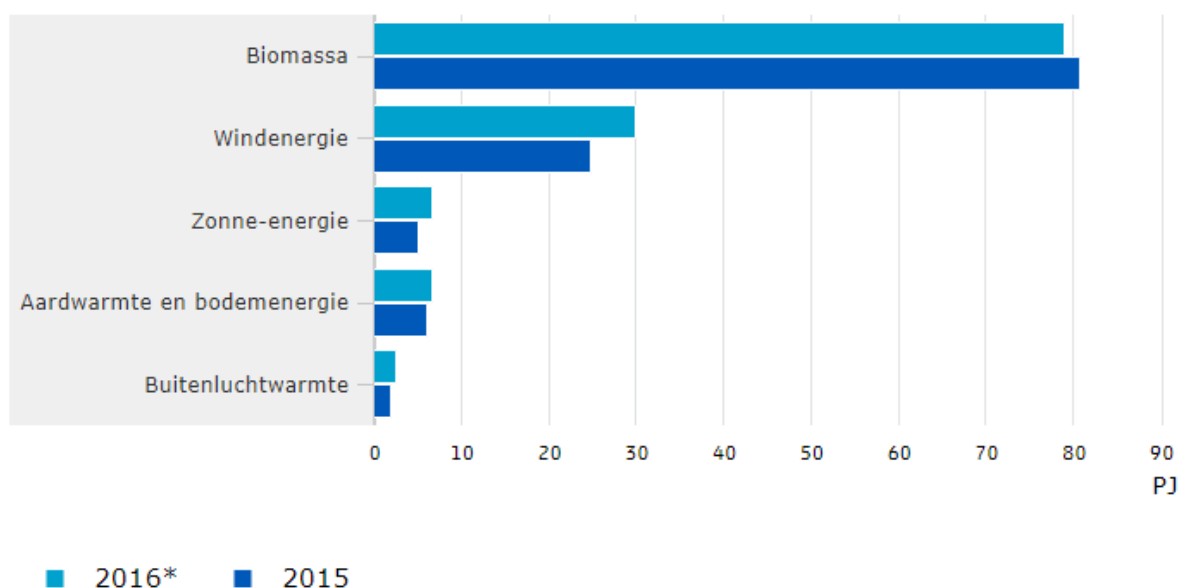
Doordat de vraag naar energie naar verwachting zal blijven stijgen zal de verkoop van energie zeer belangrijk blijven. Op economisch niveau is de vraag hierbij of de opwekking en verkoop decentraal of centraal ingericht gaat worden. Op dit moment gaan particulieren steeds meer over op zelfvoorziening op elektriciteit, doordat de prijzen van duurzame energie opwekking steeds meer daalt (Duurzaamnieuws.nl, 2016). Voor Nuon als energie opwekker is het belangrijk om deze verandering in de gaten te houden.

Sociaal

Adoptie hernieuwbare energie

Om hernieuwbare energie toe te passen is het belangrijk dat de consument vertrouwen heeft hierin. Klanten gaan pas investeren in een duurzame ontwikkeling wanneer er vertrouwen in is. Dit kan door de consumenten bewust te maken van de essentie van duurzame initiatieven (De ruimte project ontwikkeling, 2017).

Het aandeel van hernieuwbare energie in Nederland was in 2016 5,9%. In figuur 2 is een grafiek weergegeven waarin het aandeel van hernieuwbare energie in 2015 en 2016 is weergegeven. Het verbruik van hernieuwbare energie in Nederland bedroeg in 2016 in totaal 125 Peta Joule (PJ), dit is 5 procent meer dan het jaar daarvoor (CBS, 2017).



Afbeelding 3.1 Opwekking hernieuwbaar

De Jevons Paradox: energiebesparende technologie leidt tot meer energieconsumptie

Volgens econoom William Stanley Jevons leidt een technologische innovatie tot het efficiënter gebruik van een bepaalde grondstof waardoor de kosten om deze grondstof voor een bepaald product te gebruiken dalen. Dit veroorzaakt een prijsdaling van het product. Bijvoorbeeld de brandstofkosten gaan omlaag, waardoor de kosten van het gebruiken van een auto dalen. Deze prijsdaling leidt tot een vraagstijging en een hogere consumptie van het product. Zo zullen meer mensen de auto gebruiken omdat de kosten lager zijn geworden. Wanneer de stijging hierbij groter is dan de besparing van de grondstof door efficiënt gebruik, wordt er netto meer van de grondstof geconsumeerd. Dit wordt de Paradox van Jevons genoemd. Dus wanneer

bijvoorbeeld de zonnepanelen efficiënter worden, kan er meer energie opgewekt worden. Dit resulteert in meer beschikbare energie. Waardoor consumenten meer energie zullen gaan verbruiken (David Owen, 2017).

Technologisch

Efficiëntie technologieën stijgt

De technologieën om energie op te wekken blijven zich ontwikkelen. Dit zorgt ervoor dat de huidige energie opwekkers worden verbeterd en efficiënter worden. Zo is het Australische wetenschappers gelukt om met de huidige zonnecellen een ruim twee keer zo hoog rendement te behalen. Dit is gelukt doordat ze een manier gevonden hebben om zonlicht te filteren (zonnepanelen.net, 2018).

Voor consumenten kan dit ook een argument zijn om te wachten met de aanschaf van een duurzame innovatie. De consumenten wachten liever met de aanschaf van bijvoorbeeld zonnepanelen omdat het huidige rendement van de zonnepanelen nog verbeterd (zonnepanelen.net, 2018).

Steeds meer manieren om energie op te wekken

Er zijn steeds meer technologische innovaties op het gebied van energie opwekken. Zo kan energie onder andere opgewekt worden met behulp van zonne-energie, windenergie, biomassa, kernenergie en waterkracht. Door het toenemende aantal mogelijkheden om energie op te wekken is er voor iedereen een mogelijkheid om het te gebruiken. In een land waar weinig de zon schijnt maar veel wind is, kan gekozen worden voor het investeren in windenergie.

Op deze manier kunnen consumenten en bedrijven voor een duurzame investering kiezen die het best bij de omstandigheden aansluit om een zo hoog mogelijk rendement te behalen (Rijksoverheid, 2018).

Ecologisch

CO₂ gebruiken als grondstof

Op het moment wordt CO₂ vaak gezien als negatief. Maar CO₂ kan ook als grondstof gebruikt worden. Om de uitstoot van CO₂ in de atmosfeer te verminderen kun je twee dingen doen: óf zorgen dat er geen CO₂-uitstoot meer plaatsvindt, óf het CO₂ dat je uitstoot opnieuw omzetten in een grondstof.

Het Australische bedrijf Mineral Carbonation International (MCI) slaat bijvoorbeeld CO₂ op in bouwmaterialen. Hiermee wordt de CO₂ permanent getransformeerd. Maar er zijn nog meer mogelijkheden om CO₂ als grondstof te gebruiken.

Bakpoeder maken uit CO₂

De Hengelse afvalverwerker Twence vangt CO₂ af en bewerkt dit tot natriumbicarbonaat, bij de meeste mensen bekend als bakpoeder. “Het idee is uit de installatie op de Boeldershoek straks misschien wel 100.000 ton CO₂ per jaar af te vangen is”, zegt manager ontwikkeling en strategie Leendert Tamboer van Twence (Duurzaambedrijfsleven, 2017).

Brandstof uit CO₂

Onder de noemer “CO₂-neutrale brandstoffen” wordt de productie van CO₂-neutrale brandstoffen uit water en CO₂ onderzocht. Het bedrijf BioMCN in Delfzijl investeert in een nieuwe methode voor de productie van bio-methanol, dit is een groene transportbrandstof die benzine kan vervangen. Bij de nieuwe technologie wordt CO₂ die vrijkomt bij biogasproductie geïnjecteerd in de reactor bij BioMCN. Het bedrijf zet CO₂-injectie in om het productieproces te vergroening (Duurzaambedrijfsleven, 2017).

Koolstofmonoxide uit CO₂

Onderzoekers van de Universiteit van Amsterdam ontwikkelden een katalysator die CO₂ omzet in koolstofmonoxide. Koolstofmonoxide kan vervolgens met behulp van bestaande technologie worden omgevormd tot een aantal gangbare koolwaterstoffen. Op deze wijze wordt CO₂ omgezet in bruikbare chemische stoffen (Duurzaambedrijfsleven, 2017)

4. Trends in energietransitie

Met deze analyse moet duidelijk worden welke trends en ontwikkelingen invloed hebben op NUON, zodat hier rekening mee gehouden kan worden en op ingespeeld kan worden. Deze trends zijn opgedeeld in de bekende macroniveau, mesoniveau en microniveaus om de kansen en risico's duidelijk weer te kunnen geven.

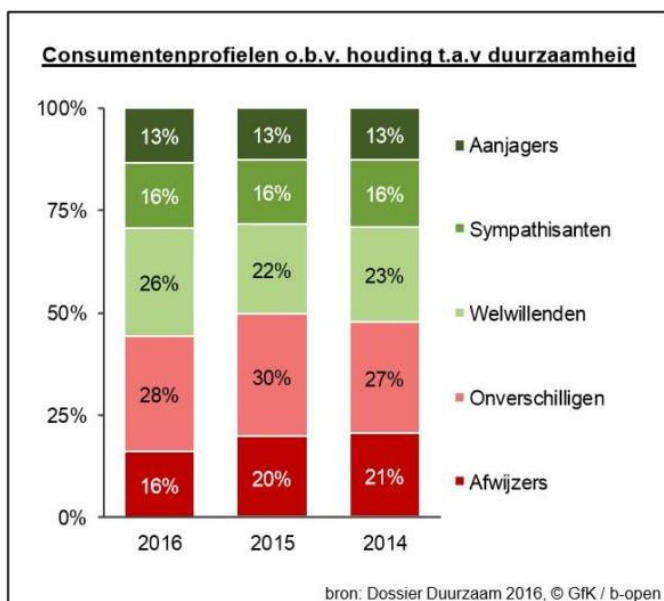
Macroniveau

Hierbij gaat het om trends en ontwikkelingen binnen de maatschappij. Hieronder zullen trends genoemd worden met de daarbij behorende risico's en kansen op macroniveau.

Duurzaamheid

Duurzaamheid is tegenwoordig meer dan een trend. Het Parijs-akkoord heeft bijvoorbeeld bij veel mensen duidelijk gemaakt hoe de wereld denkt over klimaatverandering en dat er daadwerkelijk veranderingen moeten worden doorgevoerd. Dit heeft er zoal toe geleid dat mensen hun eigen zonnepanelen laten plaatsen op hun dak of investeren in collectieve energieprojecten. Ook gaan mensen bewuster om met afval en energiegebruik en deze ontwikkeling brengt voor NUON zowel kansen als risico's met zich mee.

Met betrekking tot de adoptie van een duurzamere wereld onder de consumenten zien we een trend die toeneemt. In een onderzoek dat is uitgevoerd door Dossier Duurzaam is gebleken dat de groep consumenten die zich met duurzaamheid bezighouden steeds groter wordt.



Afbeelding 4.1 Consumentenprofielen

Dossier Duurzaam verklaart dat de toename in aantal vooral te wijten is aan de groep welwillenden. Zij noemen de groep welwillenden ook wel een “typisch mainstream publiek” dat oog heeft voor duurzaamheid, maar alleen mee doen als het ze leuk, aantrekkelijk of gemakkelijk wordt gemaakt om hierin te participeren. Daarnaast spelen tegenwoordig meer bedrijven in op een duurzame uitstraling, waardoor het belang van duurzaamheid ook meer onder de mensen wordt gebracht.

Uit het onderzoek is ook gebleken dat consumenten meer open staan voor duurzaamheid. Het percentage consumenten dat meer vertrouwen heeft in merken die Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) is 50% in 2017 t.o.v. 46% in 2016. 32% van de consumenten in 2017 zijn zelfs bereid om meer te betalen voor duurzame producten t.o.v. 29% in 2016.

Consument staat meer open voor duurzaamheid	2016	2017
Vertrouwen in merken neemt toe wanneer ze maatschappelijk verantwoord ondernemen	46%	50%
Let bij de aankoop van producten op dierenwelzijn	41%	45%
Consument is bereid extra te betalen voor duurzame producten	29%	32%

Afbeelding 2.2 Consumentenvertrouwen

Bedrijven zullen hier wederom op inspelen wat weer als gevolg heeft dat duurzaamheid nog meer onder de aandacht van de consument wordt gebracht. Daarnaast is er nog een verschil in de rol die duurzaamheid speelt bij het aanschaffen van producten per sector. Uit onderzoek van Dossier Duurzaam is gebleken dat er in de energie sector het meest wordt gelet op duurzaamheid bij de aanschaf van producten, namelijk 63% van de consumenten in 2017 die zich hiermee bezig houden in vergelijking tot 53% in 2013 (Dossier Duurzaam 2013, 2013).

Het is wel duidelijk dat consumenten door de jaren heen zich bewuster worden van duurzaamheid en dat dit ook invloed heeft in het aankoop gedrag van consumenten. Consumenten krijgen dus een “groene mindset”. Als men deze trend aan zich voorbij laat gaan of er niet voldoende op inspeelt, terwijl de concurrent hier wel of beter op inspeelt kan het een risico vormen voor NUON.

De overheid

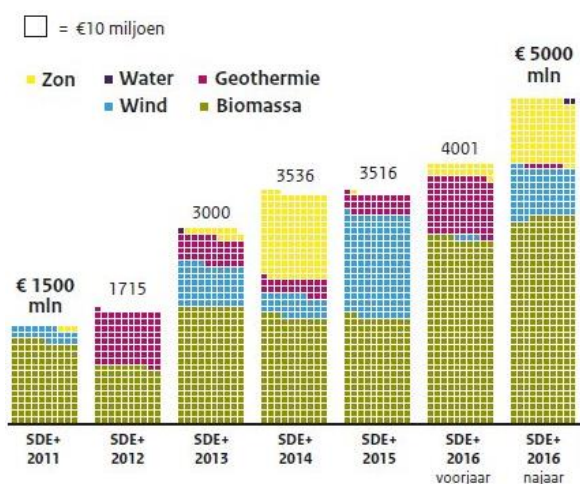
Vanuit de overheid is er ook stimulans voor het opwekken van duurzame energie en het investeren in projecten voor het opwekken van duurzame energie. Dit is zowel voor particulieren als bedrijven. De stimulans vanuit de overheid komt in de vorm van een subsidie. Deze subsidie moet het voor de investeerder aantrekkelijker maken om een vorm van duurzame energie op te zetten. Er zijn meerdere soorten subsidies die de overheid hiervoor aanbiedt, namelijk;

Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+)

Deze subsidie is voor grote energieprojecten als bijvoorbeeld geothermie of zonneparken. Dit is alleen voor bedrijven en (non-profit) instellingen. De regeling richt zich op 6 categorieën: (Stimulering Duurzame Energieproductie, 2017)

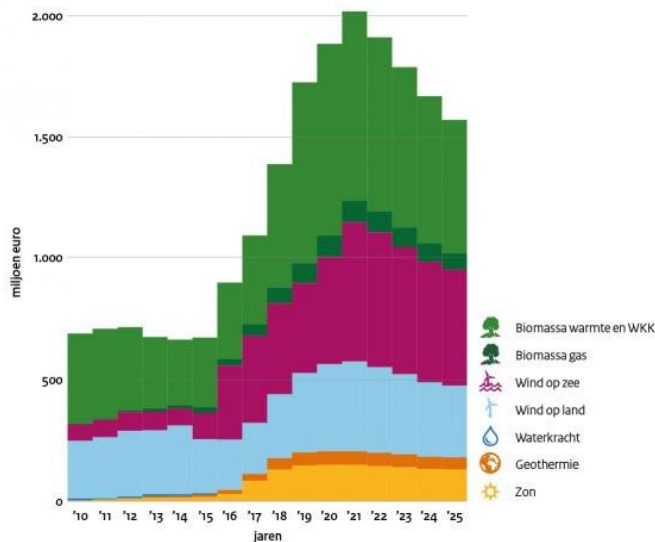
- Biomassa
- Geothermie
- Water
- Wind
- Zon

Door de jaren heen is het budget voor de subsidie van duurzame energieprojecten sterk toegenomen. In figuur 5 is te zien wat het budget is voor SDE+ projecten door de jaren heen.



Afbeelding 4.3 Budget SDE Projecten

Opmerkelijk is het dat er in 2016 het meest geïnvesteerd is in biomassa. Rijksoverheid verwacht in de toekomst dat het grootste gedeelte van de uitgaven m.b.t. subsidies zullen worden toegewijd aan biomassa. Zoals te zien in hun forecast in figuur 6.



Afbeelding 3 Forecast

Figuur 7 geeft de totale uitgave aan SDE, SDE+ en MEP (Milieukwaliteit van de Elektriciteitsproductie) projecten weer. Dit is met name in biomassa gas.

Uitsplitsing (verwachte) kasuitgaven MEP, SDE en SDE+ projecten in beheer - januari 2017																	
Bedragen in miljoen euro																	
Techniek	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Toename (2025 t.o.v. 2016)
Biomassa warmte en WKK	373	371	344	296	272	287	315	366	510	747	792	783	720	662	608	550	75%
Biomassa Gas	1	4	6	12	12	24	27	48	64	82	87	87	85	81	76	68	152%
Geothermie	0	0	0	6	7	10	17	28	47	55	56	56	54	53	51	49	188%
Waterkracht	7	4	7	8	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DEEL/0!
Wind op land	239	253	271*	264*	284*	224	208	211	264	327	360	371	353	331	307	296	42%
Wind op zee	68	72	78	77	70	108	306	359	375	371	443	575	557	524	497	479	57%
Zon	3	7	12	14	14	17	29	84	130	146	149	149	145	140	132	131	352%
Totaal	690	713	720	674	667	676	903	1.096	1.390	1.728	1.888	2.021	1.915	1.790	1.672	1.572	

* Dit is inclusief de aanvullende investeringssubsidie en erent van de kadepot EZ, subsidies voor het Windpark Noordvondstijder

* Dit is inclusief de aanvullende investeringssubsidie op grond van de kaderwet EZ-subsidies voor het Windpark Noordoostpolder

Afbeelding 4 Totale Uitgaven SDE, SDE+ en MEP

Echter zijn de figuren 6 & 7 opgesteld in 2016 en zoals te zien is in figuur 7 zitten de grootste uitgaven in projecten voor hernieuwbare warmte. In tegenstelling tot figuur 8 die in 2017 is opgesteld is er te zien dat de grootste uitgaven in het voorjaar zaten in hernieuwbare energie. Daarnaast zijn de aangevraagde subsidies die nog niet gehonoreerd zijn voor het najaar van 2017 te zien in figuur 9. Ut figuur 8 & 9 is duidelijk te concluderen dat de grootste investeringen niet zitten in biomassa, maar in hernieuwbare energie. Met name zonne-energie. Om deze reden valt er te concluderen dat de forecast van 2016, die toen logischer wijze is opgesteld o.b.v. figuur 7 en voorgaande jaren, niet meer correct is en de grootste toename in investeringen zullen zijn op het gebied van hernieuwbare energie. Er wordt verwacht dat deze trend zich door zal zetten.

In figuur 7 is in de laatste kolom de verwachte toename in investeringen in 2025 t.o.v. 2016 te zien. De grootste toename in (%) investeringen vinden plaats in zonne-energie, namelijk een toename van 352% in vergelijking tot 2016. Er wordt verwacht dat dit dus een nog hoger percentage en bedrag zal worden. Naast de toename in zonne-energie is het ook opmerkelijk dat de overheid waterkracht projecten niet meer zal subsidiëren. Aangezien de figuren 7, 8 & 9 alleen betrekking hebben op SDE+ subsidies die alleen beschikbaar is voor bedrijven en niet voor particulieren is het duidelijk dat deze trend te maken heeft met NUON.

Tabel: Eindstand gehonoreerde projecten SDE+ najaar 2016

Hoofd-categorie	Categorie	Aantal aanvragen	Beschikt budget	Beschikt vermogen	Maximale subsidiabele productie
Totaal			(€ mln)	(MW)	(GWh)
HE	Windenergie	79	745	299	14.458
	Zon-PV	2.047	988	971	13.833
	Waterkracht	1	17	6	250
	AWZI/RWZI thermische drukhydrolyse	1	6	2	126
	Totaal HE	2.128	1.757	1.278	28.666
HEW	Biomassa allesvergisting	1	5	1	96
	Biomassa mest(co-)vergisting	6	53	11	733
	Biomassa mestmonovergisting	5	36	6	475
	Biomassa bij- en meestook	3	2.099	785	32.025
	Biomassa ketel vast of vloeibaar	16	14	14	537
	Biomassa thermische conversie	14	514	107	9.077
	Geothermie	1	63	18	1.507
	Zonthermie	17	14	17	182
	Totaal HEW	63	2.799	959	44.630
HG	Biomassa hernieuwbaar gas	6	444	95	8.940
	Totaal HG	6	444	95	8.940
Totaal SDE+ najaar 2016		2.197	5.000	2.332	82.237

Afbeelding 5

Tabel: Eindstand gehonoreerde projecten SDE+ voorjaar 2017

Hoofd-categorie	Categorie	Aantal aanvragen	Beschikt budget	Beschikt vermogen	Maximale subsidiabele productie
Totaal			(€ mln)	(MW)	(GWh)
HE	Windenergie	68	2.209	644	35.913
	Zon-PV	4.386	2.867	2.354	33.544
	Waterkracht	4	7	2	81
	Totaal HE	4.458	5.083	2.999	69.538
HEW	Biomassa allesvergisting	1	9	3	237
	Biomassa mest(co-)vergisting	7	96	21	1.677
	Biomassa mestmonovergisting	6	12	2	130
	Biomassa bij- en meestook	1	28	6	348
	Biomassa ketel vast of vloeibaar	21	100	45	2.621
	Biomassa thermische conversie	5	137	40	3.521
	Geothermie	3	172	51	4.194
	Zonthermie	21	8	12	121
	Totaal HEW	65	561	179	12.849
HG	Biomassa hernieuwbaar gas	7	188	34	3.234
	Totaal HG	7	188	34	3.234
Totaal SDE+ voorjaar 2017		4.530	5.832	3.212	85.621

Afbeelding 6

Mesoniveau

Hier gaat het om trends en ontwikkelingen die binnen de markten waarin NUON zich begeeft invloed hebben.

De particuliere opwekker

Zoals bij macroniveau “Duurzaamheid” te lezen is, worden mensen zich steeds meer bewust van hun impact op de aarde. Samen met de ontwikkelingen op technologisch gebied, leidt dit tot een sterke toename in particuliere stroom opwekkers. Hieronder vallen zowel mensen die met eigen middelen duurzame energie opwekken, als mensen die

geïnvesteed hebben in collectieve energieprojecten. Dit kan voor NUON zowel kansen brengen als risico's. (energiebronnen, sd)

Kansen

- Collectieve energieprojecten: NUON zou in plaats van klanten enkel de mogelijkheid te bieden om groene energie af te nemen, klanten ook kunnen betrekken in een eigen collectief energieproject. Hierbij kan gedacht worden aan een zonneweide, waarbij een stuk weiland vol wordt geplaatst met zonnepanelen. Op deze manier worden nieuwe concurrenten op de energiemarkt zoveel mogelijk vermeden.
- Collectieve inkoop: Door de grootte van energiemaatschappij NUON heeft deze veel kracht bij verkopers van bijvoorbeeld zonnepanelen. NUON zou het mogelijk kunnen maken voor klanten om deel te kunnen nemen aan een collectieve inkoop van panelen. Zo krijgen klanten voordeliger toegang tot zonnepanelen en kan NUON een contract aanbieden om het gat tussen energieopwekking en energiegebruik van klanten op te vangen. Zo kan er door NUON geld worden verdiend aan de verkoop van panelen, als de levering van energie.

Risico's

- Buitenspel: Collectieve energieprojecten en collectieve inkoop is voor NUON zowel een kans als een risico. Wanneer NUON zo succesvol hiermee is geworden dat de vraag naar energie van maatschappijen als NUON zo klein is geworden dat er geen winst meer wordt gemaakt. NUON zou zichzelf dus kunnen beconcurreren en zo zichzelf buitenspel kunnen zetten.

De 'gewone' klant

Onder de gewone klant vallen mensen die niet instaat zijn om eigen energie op te wekken of deel te nemen aan collectieve energieprojecten. Deze klanten zijn nog voor 100% afhankelijk van energiemaatschappijen. De trend hierbij is dat klanten hun afweging tussen energiemaatschappij niet enkel meer laten afwegen van de prijs zoals vroeger, maar steeds meer op de manier van opwekking. Dit betekent dat wanneer NUON meer hernieuwbare energie opwekt en steeds minder fossiele energie, klanten eerder geneigd zullen zijn hun energie in te kopen bij NUON dan bij een concurrent die minder doet op het gebied van hernieuwbare energieopwekking. Hierbij geldt enkel als risico dat in de beginfase van de overgang van fossiel naar hernieuwbaar, die winst lager kan uitvallen door de grote investeringen die nodig zijn.

De concurrent

Voorheen was de energiemarkt bijna monopolistisch te noemen. Tegenwoordig ervaren energiemaatschappijen concurrentie van meerdere kanten. (IBL, sd)

- Leveranciers van zonnepanelen en windmolens: Doordat particulieren steeds vaker hun eigen energie opwekken met zelf aangekochte energie opwekkers, gelden producenten en leveranciers van deze opwekkers ook als concurrentie voor NUON.
- Collectieve energieprojecten: Kleine concurrenten die bijvoorbeeld met een buurtvereniging een zonneweide aanleggen voor de buurt, zijn tegenwoordig ook concurrenten van NUON
- De overheid: Doordat de overheid pushes op duurzame energie en de ontwikkeling van duurzame energie bij grote maatschappijen voor veel mensen niet snel genoeg gaat, is de overheid met zijn subsidies ook een concurrent. Deze stimulans zorgt ervoor dat mensen makkelijker hun eigen opwekkers kunnen aanschaffen.

Technologieën

Nieuwe technologieën en verbeteringen van bestaande technologieën creëren voor NUON zowel kansen als risico's.

Kansen

- Hoger rendement: Een hoger rendement betekent een kortere terugverdiëntijd van een investering. Hierdoor kunnen weer meer investeringen gedaan worden en groeit de productie van duurzame energie.
- Nieuwe technologie: Bijvoorbeeld getijde energieopwekking is nog niet mogelijk voor particulieren. Dit betekent dat wanneer deze methode een heel hoog rendement zou opleveren, dit ervoor kan zorgen dat energie bij NUON zó goedkoop wordt dat de terugverdiëntijd van particuliere opwekkers stijgt en het minder aantrekkelijk wordt om te investeren in eigen middelen.

Risico's

- Hoger rendement: wanneer technologieën welke beschikbaar zijn voor particulieren stijgen in rendement, wordt het aantrekkelijker voor mensen om hun eigen middelen aan te schaffen, waardoor NUON mogelijk klanten verliest.

Microniveau

Dit is het niveau van de organisatie zelf. Dit geeft aan wat de kernwaarden, missie, visie, ambities en identiteit van de organisatie huidig is.

Onderstaand is een quote van NUON en geeft weer hoe het bedrijf zichzelf ziet en graag doet overkomen op de buitenwereld. Hierin wordt duidelijk wat de huidige prioriteiten zijn van NUON.

“Nuon is een energieonderneming, die circa 2 miljoen consumenten, bedrijven en organisaties bedient in Nederland. We produceren en leveren elektriciteit, warmte, koude en gas en bieden onze klanten verschillende duurzame producten en oplossingen”

Bij Nuon werken ongeveer 4.200 medewerkers. Het hoofdkantoor van Nuon staat in Amsterdam. Onze netto-omzet in 2016 bedroeg 2,6 miljard euro.

Uitgangspunt van onze bedrijfsvoering is het gezamenlijk mogelijk maken van een klimaatstimmer leven. Onze doelstelling is om binnen één generatie klimaatneutraal te zijn. Daarbij is het belangrijk de balans te vinden tussen: Betrouwbaarheid van levering, betaalbaarheid van energie en een zo duurzaam mogelijke energieproductie.

Als onderdeel van Vattenfall willen we in 2050 volledig klimaatneutraal zijn. Dit doen we door af te stappen van fossiele bronnen en over te stappen op CO₂-vrije energiebronnen waar mogelijk. Daarnaast maken we slim gebruik van restwarmte en innoveren we met verschillende opslagmogelijkheden voor wind- en zonne-energie.

Vattenfall/Nuon heeft van onderzoeksbureau EcoVadis in 2017 de classificatie Goud gekregen voor zijn duurzaamheidsprestaties.

We zijn nauw verbonden met de samenleving en delen kennis en ervaringen met onze stakeholders, waaronder onze klanten, ngo's, politici, leveranciers, beleidsmakers en gemeentebestuurders. We zijn continu in gesprek met belanghebbenden om inzicht te krijgen in

wat er speelt en de belangen van onze stakeholder, draagvlak te creëren en gezamenlijk de beste oplossingen te vinden voor de energievraagstukken van vandaag en morgen. ” (NUON, sd)

Het meest voorname wat uit deze stukken naar vorenkomt, is de wil om zo duurzaam mogelijk energie te produceren. Hierbij wil NUON de bedrijfsvoering zo eerlijk en transparant mogelijk weergeven voor zijn stakeholders. Het springt hiermee in op de trend van verduurzaming en spreekt hiermee meer klanten aan.

5. Scenario planning

In dit hoofdstuk kijken we naar de scenario analyse. De scenario analyse is opgebouwd vanuit de PESTEL- en trendanalyse die in vorige hoofdstukken aanbod zijn gekomen.

PESTEL-Analyse

Hieronder is een overzicht van de PESTEL-Analyse in tabelvorm weergegeven. In deze tabel is elke factor getoetst aan de hand van impact en onzekerheid. Elke factor wordt vervolgens toebedeeld aan een Driver (D) of een OFI (O). Factoren met veel impact en veel onzekerheid behoren tot de Drivers en de overige factoren met veel invloed behoren tot de OFI's.

		Impact	Onzekerheid	Driver/Ofi
P	Stimulerende rol overheid	3	2	O
P	2020/2030 doelen	5	5	D
E	Investeren in duurzaam is duur	4	3	O
E	vraag naar energie stijgt	4	1	O
E	Centraal/Decentraal energie opwekking	5	4	D
S	Adoptie Technologie	5	4	D
Ecol	CO2 als grondstof	5	4	D
Ecol	Fossiel brandstof of hernieuwbare energie/bio	4	3	O
T	Efficiëntie technologie stijgt	4	2	O
T	Steeds meer mogelijkheden om energie op te wekken	3	3	O
T	Centraal of decentrale opslag	5	3	D

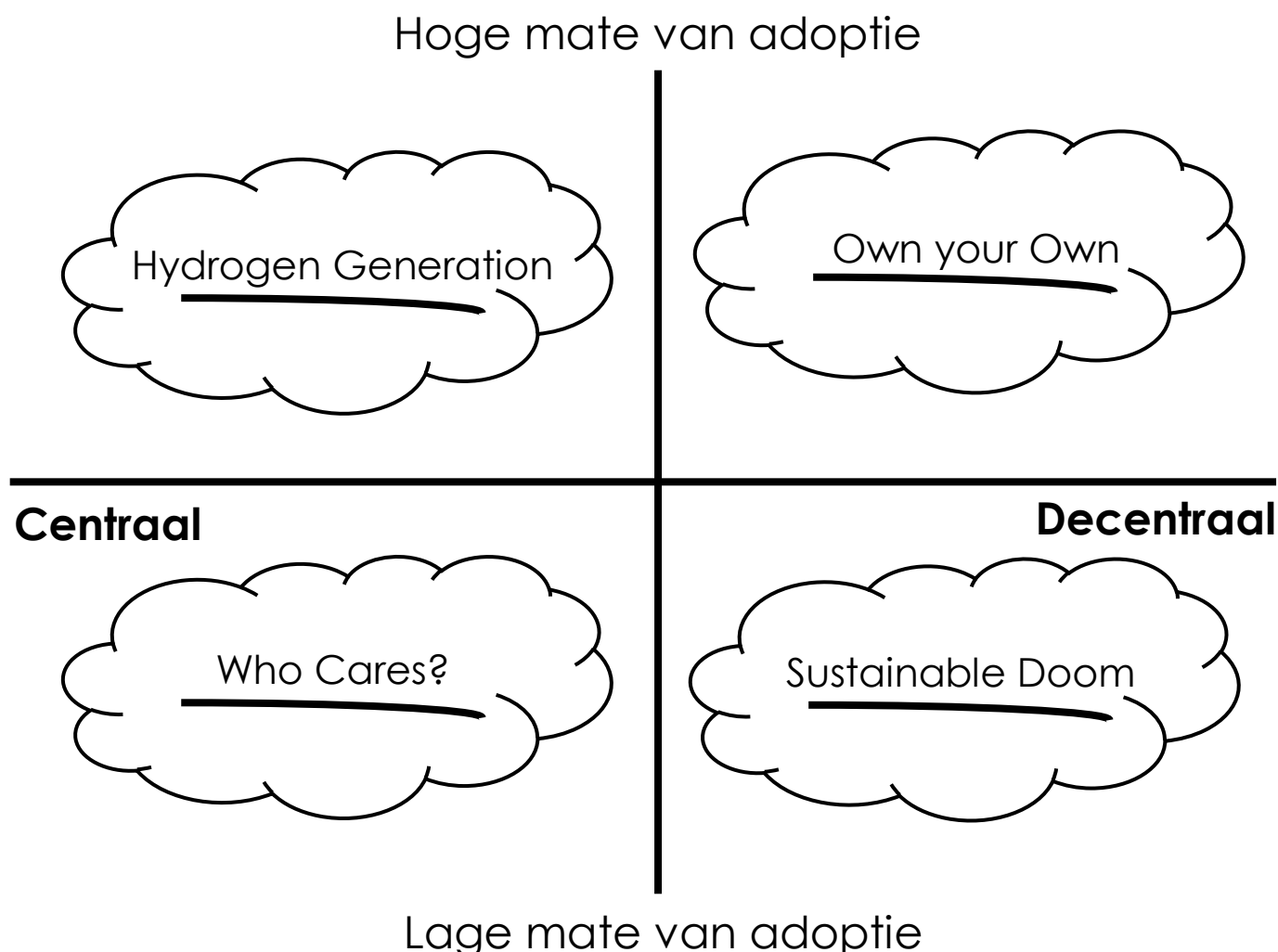
Tabel 5.1 PESTEL-Analyse

Zoals in Tabel 1 te zien is zijn er vijf verschillende drivers gevormd. De twee drivers waarmee in het vervolg gewerkt gaat worden zijn:

1. **Centraal/Decentraal energieopwekking**
2. **Technologie adoptie**

Er is voor centrale of decentrale energieopwekking als driver gekozen, omdat het tegenwoordig steeds interessanter voor particulieren wordt om eigen energie op te wekken (Duurzaamnieuws, 2016). Of particulieren ook daadwerkelijk kiezen voor het opwekken van eigen energie speelt de adoptie van technologie een grote rol. De combinatie van deze twee drivers kunnen daarom interessante scenario's met zich meebrengen.

Nu de twee drivers gekozen zijn kunnen deze tegenover elkaar gezet worden in een scenariomatrix. Deze matrix geeft op de verticale as de mate van adoptie weer en op de horizontale as centraal/decentraal weer. De matrix is hieronder weergegeven.



Afbeelding 5.7 Scenariomatrix

In deze matrix is te zien dat er in deze matrix vier scenario's ontstaan. Elk scenario heeft zijn eigen bijpassende naam gekregen.

1. **"Own your Own"** → Hoge mate van adoptie en een centrale opwekking.
2. **"Hydrogen generation"** → Hoge mate van adoptie en een decentrale opwekking.
3. **"Who Cares?"** → Lage mate van adoptie en een centrale opwekking
4. **"Sustainable Doom"** → Lage mate van adoptie en een decentrale opwekking

Alle scenario's worden in het vervolg uitgewerkt.

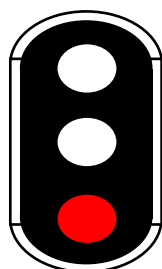
Scenario's

Sustainable Doom

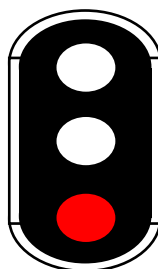
Sustainable doom is het scenario waarbij de energie transitie niet vlekkeloos verloopt. In dit scenario is de mate van adoptie laag en wordt er op decentraal niveau energie opgewekt. Doordat er bij de particulieren niet geadopteerd wordt en waarbij energiemaatschappijen afhankelijk zijn van de decentrale energieopwekking faalt de energie transitie. Particulieren of woonwijken wekken in dit scenario eigen stroom en/of warmte op, maar dit hoeft niet op een duurzame manier te verlopen, de mate van adoptie is in dit scenario immers laag. Hierbij kan gedacht worden aan regionale verbrandingscentrales.

Trends die invloed hebben op de uitkomst van dit scenario zijn:

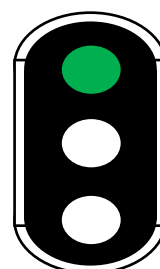
Technologie
Adoptie



Efficiëntie
Stijging



Verhoging
Subsidie

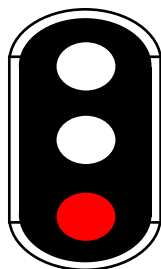


Who Cares?

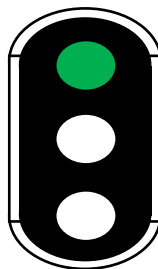
Bij dit scenario wordt energie net zoals in de huidige situatie op centraal niveau geproduceerd. De adoptie is laag bij particulieren. Het is hier de zaak voor de energiemaatschappijen om windmolenparken en/of zonnepaneel parken te bouwen. Waarbij de particulieren net zoals in de huidige situatie gewoon maandelijks voor hun energierekening zullen betalen, het maakt ze hierbij niet uit wat voor stroom ze krijgen, als ze het maar hebben: "Who Cares?"

Trends die invloed hebben op de uitkomst van dit scenario zijn:

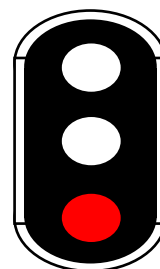
Technologie
Adoptie



Efficiëntie
Stijging



Verhoging
Subsidie



Hydrogen Generation

In dit scenario zijn windmolens en waterstof leidend. De windmolens van Nuon produceerden in 2017 maar liefst 2,3 miljard kWh. Tijdens de nacht is de vraag naar energie lager dan overdag en aangezien vraag en aanbod in de energiebranche altijd gelijk moet zijn aan elkaar, worden windmolens in de nacht vaak uit de wind gedraaid. Dit is natuurlijk niet erg efficiënt en daarbij kan waterstof de oplossing bieden. Waterstof dient in dit scenario als opslagmethode. Dit betekent dat er in de nacht, wanneer de vraag naar energie lager is dan overdag, er waterstof geproduceerd wordt met de windmolens. Vervolgens kunnen de energie pieken die overdag plaatsvinden opgevangen worden door verbranding van de opgeslagen waterstof. Hoe deze technologie exact in elkaar steekt wordt verder in de TMC/TMM besproken in de volgende hoofdstukken. Doordat windmolens nu ook in de nacht efficiënt worden gebruikt stijgt de efficiency met 19%. De berekening staat hieronder weergegeven.

Berekening

Opgewekte windenergie in 2017 → **2,3 miljard kWh**

Aantal uren waarbij vraag naar energie laag is ('s nachts) → **1 uur t/m 5 uur**

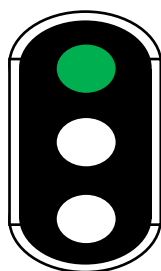
$5 \text{ (uur)} / 24 \text{ (uur)} = \mathbf{21\%}$

$2.300.000.000 \text{ kWh} \times 0,21 = \mathbf{485.000.000 \text{ kWh}}$

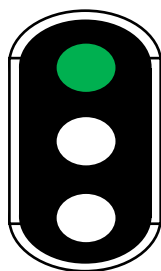
90% verlies bij verbranding waterstof (TU Delft, 2016) → $21\% \times 0,9 = \mathbf{19\% \text{ Efficiënter}}$

Trends die invloed hebben op de uitkomst van dit scenario zijn:

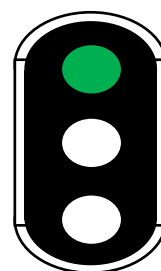
Technologie
Adoptie



Efficiëntie
Stijging



Verhoging
Subsidie

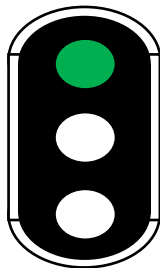


Own your Own

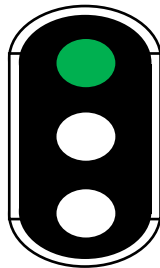
Het scenario “Own your Own” zal voornamelijk draaien op zonnepanelen. Elk jaar stijgt het aantal zonnepanelen nog flink en dit zal door de hoge mate van adoptie in dit scenario alleen maar meer stijgen tot en met 2030. Daarnaast stijgt het rendement van de zonnepanelen iederen jaar door technologische ontwikkelingen, waardoor ook de opbrengst per geïnvesteerde euro toeneemt (Duurzaam Nieuws, 2017). In dit scenario wordt ervan uitgegaan dat gemiddeld 35% van de energievoorziening in huishoudens vanuit decentrale/lokale zonnepanelen komen. Voornamelijk worden er zonnepanelen gekocht per particulier, dit kan al gedaan worden bij Nuon met een lease- en/of koopcontract. Daarnaast zijn er ook woonwijken waarbij zonnepanelen op het dak niet mogelijk zijn, door bijvoorbeeld verkeerd georiënteerde huizen, huizen waarbij schaduw een probleem is of huizen die het gewicht niet aankunnen (Duurzaam Nieuws, 2017). Voor deze mensen is het mogelijk om te investeren (kopen/leasen) in lokale zonnepaneelparken die vanuit Nuon zijn opgezet. Ook zal de groene mindset in dit scenario sterk aanwezig zijn, particuliere sluiten alleen contracten af bij energiemaatschappijen die groene stroom aanbieden. Kortom, een scenario waarbij je als consument in elk opzicht je eigen groene energieopwekking kunt verzorgen: “Own your Own”.

Trends die invloed hebben op de uitkomst van dit scenario zijn:

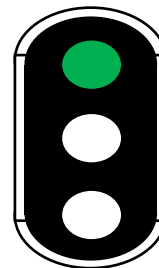
Technologie
Adoptie



Efficiëntie
Stijging



Verhoging
Subsidie



In de bijlage is een compleet overzicht te zien van de scenarioanalyse, met daarin alle scenario's en trends.

6. Business Case “Naam gecombineerde scenario”

Uitwerking scenario

Het scenario dat verder uitgewerkt gaat worden is een combinatie van het “hydrogen generation”-model en het “Own your Own”-model. Er is gekozen voor een combinatie van deze twee modellen, omdat dit de meest realistische scenario weer kan geven. Het is hoogstwaarschijnlijk dat alle energievoorzieningen overgaan op of centraal of op decentraal. Bij een scenario waarbij alleen decentraal geproduceerd wordt blijft er een kloof aangezien zonnepanelen niet de gehele energievraag op kunnen vangen. Daarbij is ook de capaciteit van de centraal gelegen voorzieningen niet toereikend genoeg om aan alle energievraag te voldoen. Het is daarom realistisch dat een combinatie van deze scenario's in 2030 zal plaatsvinden. In dit hoofdstuk zullen de scenario's in een business case verwerkt worden.

De afgelopen jaren is er een duurzame trend gaande. Bedrijven en particulieren worden zich steeds bewuster van de uitstoot die men produceert en het effect hiervan. Naast de grote toename van zonnepanelen in de afgelopen en toekomstige jaren, is waterstof daarnaast ook in opkomst. Waterstof zou een goede oplossing kunnen zijn voor het opslaan van energie of zou misschien wel als vervanger voor aardgas kunnen fungeren. Deze scenario's zouden alleen mogelijk zijn als de productie van waterstof flink opgeschaald wordt in de toekomst. In de huidige situatie zijn aan de productie van waterstof hoge kosten verbonden. In dit scenario wordt er dus vanuit gegaan dat waterstof nog een flinke spurt gaat maken. Dat waterstof nog veel ontwikkeling door kan maken is zeker niet onmogelijk, dit wordt verder onderbouwd in de TMM in de volgende hoofdstukken. Naast waterstof zal door de hoge mate van adoptie in dit scenario het aantal zonnepanelen en windmolens/windmolenparken op decentraal/lokaal niveau ook flink stijgen, waardoor het percentage hernieuwbare energie aanzienlijk zal stijgen.

Waterstof als opslag

In Nederland wordt er op het land en op zee met een capaciteit van ruim 4.000 MW flink wat energie opgewekt met windmolens (CBS, 2017). Maar wordt deze opgewekte energie wel nuttig gebruikt? Denk hierbij eens aan het aantal energie dat opgewekt wordt tijdens een winderige nacht. Tijdens zo'n nacht is de vraag naar energie relatief laag en is de opwekking van energie uit de windmolens hoog. We kunnen energie nog niet goed opslaan en daarbij kan waterstof in dit scenario helpen. Tijdens zo'n winderige nacht kan het overschot aan windenergie omgezet worden in waterstof. Zo is er onlangs nog een nieuwe technologie op de markt gekomen waarbij waterstof in poedervorm opgeslagen kan worden (FluxEnergie, 2017). Met waterstof in poeder- en vloeibare vorm zouden auto's aangedreven kunnen worden, huishoudens verwarmd of worden voorzien van elektriciteit.

Verhoudingen zon- en windenergie en gas 2030

Zoals hierboven te lezen is zal de energie aanbod van windenergie 40% en zal energie vanuit zonnepanelen per huishouden gemiddeld 35% voorzien van elektriciteit. Een simpel rekensommetje laat zien dat $40\% + 35\% = 75\%$ van de huishoudens zal worden voorzien van groene stroom. De overige 25% zal bestaan uit aardgas. Aardgas zal in 2030 nog niet helemaal uit het systeem verdwenen zijn, Nederland heeft immers een zeer uitgebreid en sterk leidingnetwerk. Dit omdat de haalbaarheid van een 100% aardgasvrije economie niet realistisch is en aardgas ook een zeer goed optie is om de pieken in energievraag op te kunnen

vangen. Ook zijn er altijd wijken en huishoudens die door verschillende redenen niet gemakkelijk mee kunnen gaan in de energie transitie en zullen dus gebruik blijven maken van bijvoorbeeld een cv-ketel of een gasfornuis. Een reden hier kan bijvoorbeeld zijn dat de mate van adoptie wel hoog is, maar er simpelweg de financiële middelen er niet voor zijn om te veranderen.

Waterstof als vervanger voor aardgas

Uiteindelijk zal de 25% aardgas ook vervangen kunnen worden door waterstof. Dit is alleen mogelijk wanneer er genoeg windmolens in Nederland aanwezig zijn, zodat het volume van waterstof gelijk of groter is aan het aardgas. Hierbij zal het huidige leidingnetwerk van aardgas gebruikt gaan worden. Het centraal geproduceerde waterstof, wat bij een lage vraag aan energie geproduceerd wordt, zal in vloeibare vorm door het voorheen aardgasnetwerk stromen. Zo zegt van Wijk dat waterstof om en nabij dezelfde eigenschappen heeft als aardgas en dit mogelijk zou moeten zijn (Thijs Baas, 2017). Ook uit een onderzoek van GasTerra, Joulz, Stedin en Gemeente Ameland blijkt dat het gebruiken van waterstofgas geen problemen veroorzaakt bij de leidingen, materialen en gastoestellen. De bewoners die tijdens dit onderzoek gebruik hebben gemaakt van waterstofgas zijn tevreden over het gebruik hiervan (Guido van den Heuvel, 2012). De klanten van Nuon die op dit moment aardgas geleverd krijgen en hierop koken zullen automatisch overgaan op waterstofgas. Om dit scenario uit te voeren hoeven huishoudens dus geen aanpassingen te verrichten. Nuon zelf hoeft hierbij ook geen leidingen aan te passen. Aannemelijk voor dit scenario is dat dit pas rondom 2050 zal zijn.

Nieuw Business Model Canvas Nuon

Value Propositions

Nuon is een betrouwbare energieproducent en -leverancier. Ten opzichte van de concurrentie maakt Nuon veel gebruik van groene energie. Dit wordt opgewekt met behulp van onder andere wind-, zonne- en waterenergie. Om de pieken op te vangen wordt de energie die in de nacht wordt opgewekt door de windmolens opgeslagen met behulp van waterstof. Wanneer overdag de vraag naar energie toeneemt, kan dit geleverd worden.

Customer Segments

Nuon bereikt met deze diensten verschillende klanten. Namelijk: Consumenten die zelf energie willen opwekken. Nuon ondersteunt de consumenten hierin op verschillende manieren. Consumenten kunnen zonnepanelen bij Nuon kopen en leasen, consumenten kunnen de energie die ze opgewekt hebben verkopen aan Nuon als ze meer opwekken dan dat gebruikt wordt en Nuon maakt gebruik van lokale collectieve wind- en zonnepaneelparken om energie op te wekken.

Daarnaast trekt Nuon door het gebruik van waterstof om energie op te slaan ook consumenten aan die geïnteresseerd zijn in groene energie en duurzame innovaties aan. Omdat andere energiebedrijven nog geen gebruik maken van waterstof om energie op te slaan loopt Nuon hiermee voor op de concurrenten. Dit kan deze doelgroep aantrekken.

Customer relations

Hoe Nuon de relatie met zijn consumenten onderhoudt is door een beloningssysteem. Wanneer je een contract afsluit voor een lange periode of al langere tijd klant bent bij Nuon, dan biedt Nuon de consument leuke kortingen en voordelen aan. Daarnaast kan een klant vanaf het afsluiten van een contract per maand sparen voor kortingen en voordelen.

Channels

Nuon bereikt de klanten voornamelijk via social media, zoals dat hedendaags zeer gebruikelijk en effectief is. Daarnaast is Nuon regelmatig terug te zien op reclamespots, waarbij de acties worden aangeboden. Op Google maakt Nuon ook gebruik van Google advertenties zodat indien consumenten zoeken naar een energiebedrijf Nuon direct boven aan de zoeklijst tevoorschijn komt.

Key Activities

De grootste activiteit die Nuon verricht op het gebied van energie opwekken is vooral het zoveel mogelijk opwekken van energie op een groene en duurzame manier. Dit doet Nuon door deze methoden zo optimaal mogelijk te benutten. Vroeger zette Nuon bijvoorbeeld de windmolens uit, zodat ze in de avond niet zouden draaien omdat er dan geen tot weinig vraag naar energie is. Nu, maakt Nuon optimaal gebruik van de windmolens door ze continue te laten werken. De energie die dan opgewekt wordt en niet nodig is op dat moment wordt opgeslagen. Zodat dit gebruikt kan worden wanneer er weer meer vraag naar energie is. Zo kan er meer gebruik van duurzame energie worden gemaakt.

Key Resources

Nuon maakt voor 45% gebruik van zonne-energie, 35% windenergie en 20% aardgas. Dus Nuon wekt voor 80% groene energie op. Het deel grijze energie bestaat enkel nog uit aardgas.

Key Partners

Partners zoals Liander en gemeentes /provincies zijn belangrijke stakeholders voor Nuon. Liander is belangrijk voor het distribueren van de gewoon stroom en het gewonnen gas. Daarnaast zijn de gemeentes en provincies zeer belangrijk omdat aan het proces van Nuon vele wetten en regels verbonden zijn. Waardoor samenwerking met gemeentes en provincies gewenst is.

Cost Structure

De kosten die Nuon maakt is dat er meer onderhoud uitgevoerd dient te worden aan de windmolens omdat deze meer draaiuren maken dan voorheen. Daarnaast worden er kosten gemaakt voor het elektrolyse systeem en het salaris van de medewerkers. Ook worden er kosten gemaakt om de medewerkers op te leiden om te werken met de nieuwe werkmethode.

Revenu Streams

verdienmodel bestaat uit contracten die met de afnemers worden afgesloten. Hierbij worden elke maand of jaarlijks abonnementskosten afgenomen.

De visual van het Business Model Canvas is opgenomen in bijlage drie.

Technologie markt combinatie (TMC)

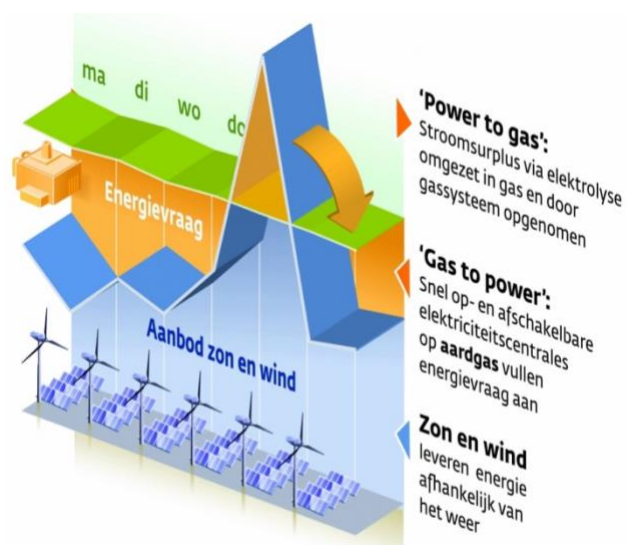
Hierbij worden de twee combinaties gegeven van een technologie in combinatie met een markt. Deze combinaties betreffen dezelfde technologie in de twee verschillende hoofdmakten van NUON, namelijk elektriciteit en aardgas.

TMC 1: Waterstof en de elektriciteit-markt

Nuon biedt haar klanten veel verschillende manieren aan om gebruik te maken van groene energie. Zo is het mogelijk deel te nemen aan een collectief windmolen of zonnepanelen park. Daarnaast is het mogelijk om zonnepanelen te kopen of te huren van Nuon, als klanten het bedrag kunnen betalen. Ook levert Nuon duurzame elektriciteit.

De gekozen Technologie voor deze TMC is het gebruik van waterstof voor opslag van energie. Door gebruik te maken van wind-, zon energie op momenten dat de vraag lager is dan het aanbod, kan met gebruik van een speciaal elektrolyse-systeem, energie omgezet worden in waterstof. Een Elektrolyser wordt hiervoor gebruikt om water op te splitsen in waterstof en zuurstof.

Afbeelding 1 geeft duidelijk weer, dat op momenten van veel wind of veel zon, de vraag naar groene energie lager is dan het aanbod. Op momenten zoals deze kan de piek gebruikt worden voor het produceren van waterstof.



Afbeelding 6.1 Aanbod zon en wind

De geproduceerde waterstof wordt vervolgens op vergelijkbare wijze met aardgas opslag ondergronds opgeslagen, zodat deze gebruikt kan worden voor de productie van extra energie op momenten dat de vraag hoog is. Op deze manier kan op tijden van grote energievraag toch groene energie geleverd worden, zoals duidelijk wordt weergegeven in afbeelding 2.

Afbeelding 6.2 Waterstof-hub in Noord-Nederland

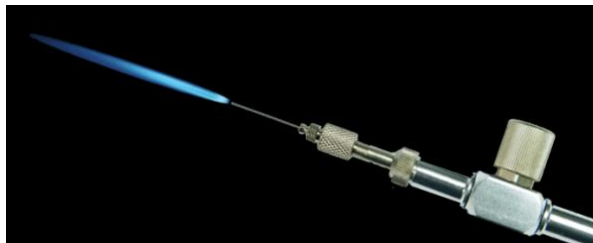


(opwegmetwaterstof, sd; opwegmetwaterstof, sd)

TMC 2: Waterstof en de aardgas-markt

Waterstof is net als aardgas een licht ontvlambaar gas dat mogelijk gebruikt kan worden als vervanger van aardgas. Dit betekent dat waterstof toegepast kan worden in keukenapparatuur. Deze TMC is een combinatie tussen waterstof en de aardgasmarkt.

Waterstofgas wordt tegenwoordig al gebruikt in de metaalbewerkingsector. Daarbij komt dat het bestaande leidingnetwerk voor aardgas mogelijk hetzelfde kan blijven voor de distributie van waterstofgas. Implementatie zou dus vrij eenvoudig kunnen, het produceren van waterstof buitenbeschouwing gelaten.



Bij deze TMC is de ontwikkeling van de technologie achter het produceren van waterstof erg belangrijk. Het produceren van waterstof met gebruik van huidige technieken is kostbaar. (waterflame, sd)

Naast de mogelijkheid om compleet over te stappen van aardgas naar waterstof, is het ook mogelijk om waterstof en aardgas te mengen. Op deze manier blijven de eigenschappen van gas behouden, maar wordt de uitstoot van CO₂ gassen verlaagd. (opwegmetwaterstof, sd)

Dit maakt de TMC een stuk haalbaarder.

TMM

In dit hoofdstuk wordt er besproken in hoeverre de technologieën zijn doorontwikkeld en in welk “Technology Readiness Level” (TLR) zich bevinden. In dit model is er onderscheid te maken tussen 9 levels (Mankins, 1995);

1. Basic principles observed and reported
2. Technology concept and/or application formulated
3. Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of-concept
4. Component and/or breadboard validation in laboratory environment
5. Component and/or breadboard validation in relevant environment
6. System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment
7. System prototype demonstration in an operational environment
8. Actual system completed and qualified through test and demonstration
9. Actual system proven through successful mission operations

Een verbetering op een bestaande techniek valt niet onder TRL 9 en moet worden onderverdeeld onder het juiste level.

Zonnepanelen

De algemene zonnepaneel bevindt zich in TRL9. Dit zijn zonnepanelen die momenteel worden toegepast door particulieren of zakelijke gebruikers. Als er wordt gekeken naar de zonnepanelen die voor de consument momenteel beschikbaar zijn kan er onderscheid worden gemaakt tussen 4 soorten: (Soorten zonnepanelen, 2018)

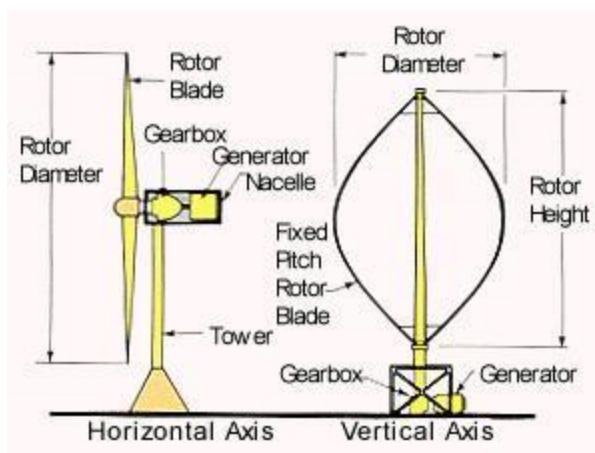
Soort	Kosten	Rendement	Pluspunt	TRL
Monokristallijn	Duurder dan polykristallijn en dunne film	14% - 20%	Geschikt voor kleine daken, want er is minder dan 1m ² van nodig	9
Polykristallijn	Goedkoper dan monokristallijn	12% - 16%	Ideaal voor grote oppervlaktes	9
Amorf (dunne film)	Goedkoper dan monokristallijn	6% - 10%	Buigzaam, te gebruiken voor objecten (voertuigen, carports, zonwering, voorgevels etc.)	9
CIGS	Duurder dan monokristallijn, polykristallijn en amorf.	13 - 15%	Hogere opbrengst in de winter	9
Glas-glas	Duurder dan andere soorten	Hoger dan glas folie	Langere levensduur, degradeert minder snel	9

(Verskil tussen monokristallijnen en polykristallijnen zonnepanelen, 2018) (Glas-Glas, 2015)

Windmolens

De windmolen wordt al jaren grootschalig toegepast. Over het algemeen zijn er twee soorten windmolens. Een HAWT (Horizontal-axis Wind Turbine) en een VAWT (Vertical-axis Wind Turbine). (Types of wind turbines, 2013) Beide hebben zijn voordelen en nadelen.

De HAWT produceert over het algemeen meer energie dan de VAWT. Dit komt doordat de weerstand van rotorbladen t.o.v. de wind lager is. De rotorbladen van de HAWT draaien met de wind mee en kunnen hierdoor zelfs sneller draaien dan de wind. De rotorbladen van de VAWT tegen de wind in. De VAWT daarentegen hoeft niet in een specifieke richting te staan om energie op te wekken. (Mertens, 2017) Dit zorgt ervoor dat de VAWT minder onderdelen bevat en dus ook minder snel defect is, wat op zijn beurt weer de gemiddelde onderhoudskosten verlaagd. De VAWT kan energie produceren met lagere windsnelheden en kan hogere windsnelheden beter weerstaan dan de HAWT. Echter door het verschil in efficiëntie gaat de voorkeur voor het opwekken van grote hoeveelheden elektriciteit naar de HAWT. De maximum theoretisch haalbare efficiëntie van de HAWT ligt op 50% t.o.v. 16% voor de VAWT. (Schubel, 2012) De HAWT is al lange tijd in gebruik en bevindt zich in TRL9. Er komen wel steeds kleinere en efficiëntere HAWT's op de markt. De VAWT bevindt zich ook in TRL9.



HAWT vs VAWT

Productie waterstof

Er zijn momenteel een aantal verschillende manieren waarop, theoretisch gezien, waterstof geproduceerd kan worden. De manieren die op dit moment het meest schaalbaar zijn op het gebied van productie en economische rentabiliteit zijn reforming van aardgas, produceren d.m.v. elektrolyse en een nieuw concept genaamd de "battolyser". Momenteel wordt 95% van al het waterstof in de wereld geproduceerd door reforming van aardgas of andere fossiele brandstoffen. De overige 5% wordt geproduceerd d.m.v. elektrolyse. (Hoe maak je waterstof?, 2015)

Reforming van aardgas (TRL9)

Bij de reforming van aardgas reageert het bestandsdeel methaan (CH_4) dat zich in aardgas bevindt met water (H_2O) op hoge temperaturen en bij hoge druk. Hieruit ontstaat waterstof (H_2) en koolstofdioxide (CO_2). Dit proces is niet geheel duurzaam aangezien er ook CO_2 wordt

geproduceerd. Als tegen argument op de productie van CO₂ bij dit proces wordt gezegd dat er gebruik kan worden gemaakt van ondergrondse reservoirs waarin CO₂ opgeslagen kan worden. De vraag is op welke termijn dit nadelen als gevolg kan hebben op economisch en ecologisch gebied. De efficiëntie van dit proces is gemiddeld 75%. De techniek bestaat al langere tijd en wordt ook grootschalig toegepast. Hierdoor bevindt deze techniek zich in TRL9.

Dr Mohamed Halabi heeft aangetoond dat waterstof te winnen valt op lagere temperaturen en een lagere druk dan nu gebeurt. Dit heeft als gevolg dat er geen CO₂ vrijkomt. Dit proces gebeurt in een gepakt-bedreactor, waarin zich naast een katalysator ook een absorptiemateriaal voor CO₂ bevindt. Deze techniek wordt “sorption enhanced catalytic reforming” genoemd. Momenteel is er alleen nog een proof-of-concept van deze techniek en valt deze dus in TRL3. (Waterstofwinning uit aardgas kan goedkoper en schoner, 2011)

Elektrolyse (TRL7)

Bij elektrolyse wordt er elektriciteit door water gestuurd. Tijdens dit proces scheidt de zuurstof (O₂) zich van het waterstof (H₂). De efficiëntie van dit proces is gemiddeld 60%. Waterstof produceren d.m.v. elektrolyse is wel duurzaam en belast het milieu niet mits er gebruikt wordt gemaakt van duurzame elektriciteit.

Deze techniek bevindt zich nog in TRL7. Dit komt doordat er momenteel nog een manier wordt gezocht om elektrolyse economisch rendabel te maken in een operationele omgeving. Er is in Duitsland een waterstoffabriek gebouwd die gebruik maakt van duurzame energie (zon en wind). De fabriek gaat vier jaar proefdraaien terwijl er onderzoek wordt gedaan naar hoe de fabriek een bijdrage kan leveren aan het opvangen van fluctuaties in het stroomaanbod van zon en wind energie. (Groene waterstofproductie, 2015) Er wordt hier onderzocht hoe een waterstoffabriek een toevoeging kan zijn op het opslaan van overtollig energie dat wordt opgewekt met zonne- of windenergie.

“Battolyser” (TRL4)

De battolyser is het eerste concept van een batterij en waterstofproductie installatie in één. De battolyser werkt met behulp van een batterij die tijdens het opladen de materialen NiOOHH en gereduceerd FE vormen. Deze twee materialen zijn nodig als katalysator om waterstof te produceren. Als de batterij volledig is opgeladen begint het met de elektrolyse van water. De batterij laadt op als er goedkope stroom is. Zodra de batterij vol is en de stroom nog steeds goedkoop is dan produceert de batterij waterstof. (Battolyser, 2016) De Battolyser heeft gemiddeld een totale efficiëntie van 80-90%. (Efficient electricity storage, 2017) Momenteel is er alleen nog ene battolyser ter grote van een stoeptegel. Nu moet de battolyser nog op grotere schaal worden toegepast en getest, daarom zit deze techniek momenteel in TRL4.

Opslag waterstof

Waterstof kan in 3 vormen worden opgeslagen; gas, vloeibaar en vast. Waterstof heeft een Hieronder wordt beschreven hoe deze toestanden bereikt kunnen worden.

Ondergronds (Gas/TRL 9)

De meest gebruikt opslag van waterstof is in gasvorm. Dit komt mede doordat het kookpunt/vriespunt van waterstof onder de -253 C is en hiervoor dus een goed geïsoleerde installatie en veel energie nodig is om dit te bereiken. Waterstof in de vorm van gas zou kunnen opgeslagen worden in geëxploiteerde zoutlagen of in grondwaterlagen. (Technische analyse van waterstof, 2007) Het ondergronds opslaan van waterstof is al meerdere malen en jaren toegepast. (Undergourd hydrogen storage, 2018) Hierdoor valt deze techniek in TRL9. Daarnaast is het opslaan van waterstof ondergronds de goedkoopste manier voor het opslaan van grote hoeveelheden waterstof. De enige kosten die dit met zich mee brengt zijn onderhoudskosten en de kosten om de waterstof ondergronds te pompen (operationele kosten). Andere mogelijke kosten zijn het creëren van een ondergronds reservoir, mocht er niet al een ongebruikt reservoir zijn. (Underground hydrogen storage cost, 2018)

Cryogene turbine (Vloeistof/TRL9)

Waterstof wordt vloeibaar bij een temperatuur lager dan -253 C . Grote hoeveelheden waterstofgas kan worden omgezet in vloeibaar waterstof d.m.v. een cryogene turbine. Hierbij wordt het waterstofgas samengeperst en in een warmtewisselaar verkoeld met behulp van vloeibaar stikstof, neon of helium. Het kost echter veel energie om waterstof vloeibaar te maken, namelijk 40% van de totale energie-inhoud. (Technische analyse van waterstof, 2007) Cryogene destillatie is een methode die al langere tijd bekend is en wordt onder andere toegepast bij het onttrekken van bepaalde stoffen uit de lucht. Hierdoor bevindt deze techniek zich in TRL9.

Metaalhydride (Vaste stof/TRL9)

Waterstof bereikt pas vaste toestand onder -259 C . Tot kort geleden was er geen manier om waterstof als vaste stof op te slaan. Enkel om waterstof in een vaste stof op te slaan. Hierbij werd waterstof opgeslagen in een metaalhydride of een oppervlak die koolstof bevatten.

Bij het opslaan van waterstof in metaalhydride wordt het waterstof chemisch gebonden aan de atomen van een metaal of legering. Na een bepaalde hoeveelheid waterstof die is toegevoegd aan het metaal zal de waterstofdruk in het metaal niet meer stijgen. Op dit moment is er een metaalhydride ontstaan. Deze techniek is geschikt voor een stationaire opslag. Dit komt doordat het pas economisch interessant wordt om waterstof in een metaalhydride te transporteren op het moment dat de metaalhydride meer dan 4% waterstof bevat. Momenteel is dit nog niet het geval (zie figuur x). Dit betekent dat het grootste gedeelte van het gewicht dat wordt getransporteerd een metaal is en geen energie. (Technische analyse van waterstof, 2007)

Tabel # 4.1 : Eigenschappen van enkele metaalhydrides			
METAAL	HYDRIDE	GEWICHTS-%	EVENWICHTSDRUK, TEMPERATUUR
Pd	$\text{PdH}_{0,6}$	0,56	0,02 bar, 298 K
LaNi_5	LaNi_5H_6	1,37	2 bar, 298 K
ZrV_2	$\text{ZrV}_2\text{H}_{5,5}$	3,01	10^{-8} bar, 323 K
FeTi	FeTiH_2	1,89	5 bar, 303 K
Mg_2Ni	Mg_2NiH_4	3,59	1 bar, 555 K
TiV_2	TiV_2H_4	2,6	10 bar, 313 K

Het metaalhydride kan in verschillende groottes worden geproduceerd. De techniek achter het vormen van een metaalhydride bevindt zich in TRL 9.

Financieel

TMC 1

Kosten

Allereerst moet Nuon investeren in een elektrolyse-systeem en hierbij zijn 2 opties.
De levensduur van het systeem is ongeveer 20 jaar. (Weeda & Gigler, 2017)

Elektrolyse-systeem

De prijs van de Battolyser van de TU-Delft is onbekend. Daarom wordt deze op gelijke prijs geschat met de waterstoffabriek die kortgeleden geplaatst is in Mainz. De kosten van de locatie zijn in de prijs opgenomen.

Waterstoffabriek Mainz of Battolyser TU-Delft: €17.000.000,-

Aanleg gasleidingen

De locatie van de opslag zal zo dicht mogelijk bij de windmolens zijn. De kosten voor deze leidingen wordt aangenomen op €10.000.000,-

Opslag waterstof

Waterstof kan op vergelijkbare manier met aardgas in de grond worden opgeslagen. Een voorbeeld hiervan is gasopslag Bergermeer, een leeg gasreservoir. Lease kosten van dit bedrijf worden aangenomen op €30.000.000,- per jaar.

Waterstof generator

De kosten van de generator om waterstof terug om te kunnen zetten in elektriciteit worden gelijk genomen met de kosten voor het elektrolyse-systeem, namelijk €17.000.000,-

Onderhoud

De onderhoudskosten van het totale systeem worden aan genomen op: €10.000.000,- per jaar.

Personeel

Aangenomen wordt dat de kosten voor personeel bestaat uit 30 FTE met een salaris van gemiddeld €50.000,- per jaar.

$30 \times €50.000 = €1.500.000,-$

Totaal eerste jaar: €85.500.000,-

Totaal elk opvolgend jaar: €41.500.000,-

Baten

Nuon bezit 175 windmolens, totaal goed voor 2,3 miljard kWh per jaar (NUON, sd). Windmolens worden, om de onderdelen te sparen, in tijden van lage vraag uitgezet. Dit komt voornamelijk s' nacht voor. Aangenomen wordt dat de vraag tussen 01:00 en 06:00 dusdanig laag is dat windmolens uitgezet worden. $\rightarrow (5 \text{ uur} / 24 \text{ uur}) \times 100 = 21\%$

Dit betekent dat: $2,3 \text{ miljard kWh} \times 0,21 = 485.000.000 \text{ kWh}$ wordt misgelopen per jaar.

$1 \text{ kWh} = €0,20$ (Milieucentraal, sd)

Rendement verlies Battolyser: $90\% \rightarrow 485.000.000 \text{ kWh} \times 0,90 = 436.500.000 \text{ kWh}$

$\rightarrow 436.500.000 \text{ kWh} \times €0,20 = €87.300.000,-$

Rendement verlies waterstoffabriek: $65\% \rightarrow 485.000.000 \text{ kWh} \times 0,65 = 315.00.000 \text{ kWh}$

$\rightarrow 315.00.000 \text{ kWh} \times €0,20 = €63.000.000,-$

Conclusie

Uit deze berekening blijkt dat de investering al in het eerste jaar terugverdiend kan worden. Erg positief dus. Uiteraard zijn de cijfers slecht richtlijnen, omdat veel van de cijfers gebaseerd zijn op aannames. Naast deze winst zal deze TMC ook voor veel goede reclame zorgen voor NUON. Omdat het iets nieuws is dat niet eerder aangeboden is zal het ongetwijfeld door de media groot in de aandacht gebracht worden.

Daarnaast geeft het Nuon nog meer een duurzaam imago. Nuon is al bezig met groene energie door veel te investeren in wind- en zonne-energie. Dit is een mooie toevoeging om hierop verder te gaan.

TMC 2

Kosten

De kosten van casus 2 zijn gelijk aan die van casus 1, met de uitzondering dat de waterstof generator overbodig is. Verder zal enkel gekozen worden voor de standaard waterstoffabriek ten opzichte van de Bottalyser, omdat enkel waterstof als eindproduct nodig is. Dit zorgt voor de volgende cijfers.

Totaal eerste jaar: $€68.500.000,-$

Totaal elk opvolgend jaar: €41.500.000,-

Baten

Rendement verlies waterstoffabriek: 65% → $485.000.000 \text{ kWh} \times 0,65 = 315.000.000 \text{ kWh}$

De prijs van waterstof is ongeveer €11,50 per Kg

Het produceren van 1 kg waterstof vereist (Lyzard, sd):

$(33,33 \text{ kWh/kg} / 65\%) \times 100 = 51,3 \text{ kWh per Kg waterstof}$

→ $315.000.000 \text{ kWh} / 51,3 \text{ kWh} = \pm 6.140.350 \text{ Kg}$

→ $6.140.350 \text{ Kg} \times €11,50 = \pm €70.614.000,-$

Conclusie

Uit deze berekening blijkt dat eveneens deze investering al in het eerste jaar terugverdiend kan worden. Daarbij komt dat de ongetwijfeld grote aandacht in de media bij deze TMC voor nog betere reclame kan zorgen. Voor het eerst zal het mogelijk zijn om op waterstof te koken. Een Innovatie die nergens anders ter wereld voor de gewone consument beschikbaar is.

Risicoanalyse

Technologie blijft duur

Op dit moment is de technologie om energie op te slaan met behulp van waterstof nog redelijk duur. Naar verwachting wordt de kostprijs steeds lager omdat er steeds meer partijen geïnteresseerd in raken, onderzoek naar doen en experimenten uitvoeren. Een risico is, dat de kostprijs niet lager wordt. Indien de kostprijs niet lager wordt, is dit een risico voor Nuon. Omdat het waarschijnlijk Nuon meer geld gaat kosten dan het oplevert. Nuon kan hier invloed op uitoefenen door zelf een onderzoeksteam op deze methode in te zetten om de goedkoopste manier van energieopslag met waterstof te vinden. Dit vergt echter wel hoge investeringskosten.

Huidige leidingnetwerk kan niet gebruikt worden

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat het waterstof op dit moment gebruikt kan worden met het huidige leidingnetwerk. (Baas, 2017) Een risico is dat wanneer Nuon het systeem daadwerkelijk geïmplementeerd heeft, blijkt dat het huidige leidingnetwerk het transport de opgeslagen energie niet aan kan en er geïnvesteerd moet worden in het verbeteren van het huidige netwerk of in het aanleggen van een nieuw netwerk. Dit zal de kosten enorm verhogen. (RVO, z.d.)

Waterstofgas moet gemengd worden met aardgas

In de ideale situatie is er enkel nog waterstofgas nodig om de rol die aardgas nu heeft op te vangen. Er zijn al een aantal kleinschalige onderzoeken hiernaar verricht om te kijken of waterstofgas dezelfde werking heeft als aardgas. Zo is zes jaar geleden in Ameland een onderzoek uitgevoerd waarbij er een mix van aard- en waterstofgas is gebruikt (1 op 5). Dit onderzoek heeft vier jaar lang geduurd. Kiwa Technology, die de metingen verricht concludeert dat het waterstof in de gekozen mengverhouding heeft geen invloed op de leidingen, materialen en gastoestellen. Ook de bewoners zijn tevreden over het resultaat. Voor Nuon is het dus een uitdaging om deze verhouding naar alleen waterstofgas om te zetten. (van den Heuvel, 2012)

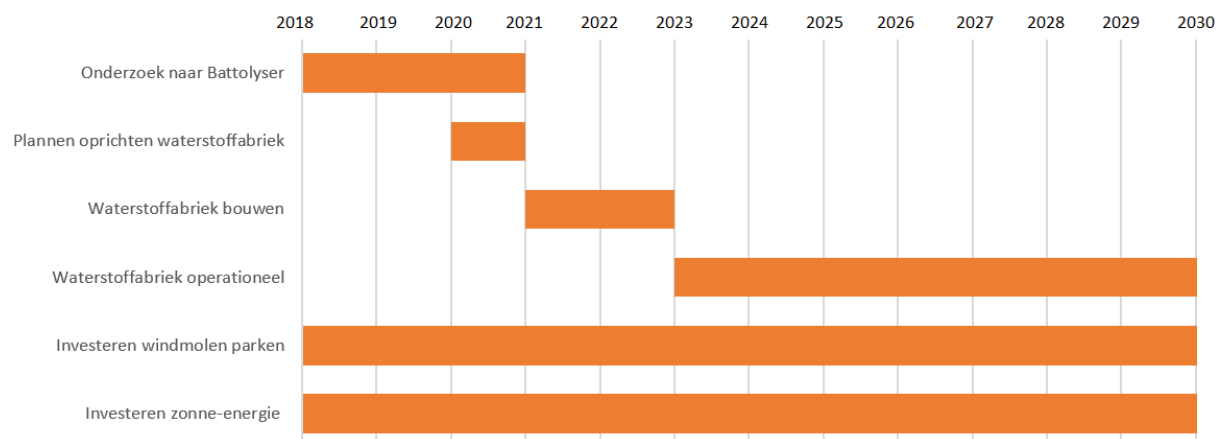
Implementatie duurt langer dan verwacht

Om voor op de concurrentie te blijven lopen is het voor Nuon belangrijk om de implementatie van de energieopslag zo snel mogelijk door te voeren. Mocht het implementeren lang duren, kan dit nadelig zijn voor Nuon. Ten eerste kost het meer geld wanneer een implementatie langer duurt. Maar daarnaast kan het ook veroorzaken dat andere energiemaatschappijen ook gaan investeren in deze investering. Waardoor Nuon niet meer als enige op de markt energieopslag met waterstof gebruikt en geen marktleider op dit gebied kan worden. Hierdoor zullen de kosten toenemen en de opbrengsten hoogst waarschijnlijk verlagen. (Technische Universiteit Delft, 2016)

Consumenten hebben geen interesse in groene energie

Zoals eerder benoemd is er vanuit gegaan dat de consumenten steeds meer geïnteresseerd raken in groene energie en zich bewuster worden van de nadelen van grijze energie. Omdat de mensen het belang van groene energie gaan inzien, zullen de consumenten zelf meer actie ondernemen om zelf energie op te wekken of mee te doen aan initiatieven voor groene energie. Indien dit niet het geval is, zal het de consumenten niet interesseren dat Nuon geld investeert in groene energie en zal de keuze van energiemaatschappij hier niet op gebaseerd worden. Daarnaast zullen de consumenten dan ook geen gebruik maken van het huur- of koopaanbod voor zonnepanelen dat Nuon de consumenten aanbiedt. Kortom, het risico is dat het business plan niet werkt als de consumenten geen interesse hebben in groene energie en hier het belang niet van inzien.

Business Roadmap



Gantt chart Business Roadmap

Voor het uitwerken van het scenario “2Gether Green” zal Nuon eerst nog onderzoek moeten verrichten naar de battolyser. De battolyser is namelijk ontworpen op ter grootte van een stoeptegel. Deze moet eerst nog op grote schaal geproduceerd worden. Naar verwachting duurt de productie hiervan 1,5 jaar. Voor een reëel plan is er gekozen voor 3 jaar onderzoek. Hierin heeft Nuon nog de ruimte om de operationalisering van de battolyser te vervroegen. Na twee jaar zou Nuon alvast kunnen beginnen met de plannen voor de bouw van de fabriek. De eerste grootschalige battolyser zou al ontwikkeld moeten zijn. Hiervoor moeten nog een aantal zaken onderzocht worden, zoals de grootte van de fabriek en de locatie. Zal er één grote fabriek centraal worden gebouwd of meerdere kleine fabrieken decentraal. Nadat het plan is opgesteld kan de fabriek gebouwd worden. Naar schatting duurt dit ongeveer twee jaar. Er is al een proeffabriek in Mainz gebouwd o.b.v. elektrolyse. Dit is hetzelfde concept als dat Nuon zal gaan bouwen. Het bouwproject van de fabriek in Mainz is gestart in 2014 en in 2015 was deze al operationeel en kon er onderzoek worden verricht. (Vogelsang, 2017)

Momenteel bedraagt de productie van groene energie van Nuon 5,8%. Door het opslaan van de groene energie die in de nacht wordt geproduceerd in de vorm van waterstof en deze energie overdag dan weer te gebruiken zal dit percentage naar schatting 6,9% worden. Het opzetten van een waterstoffabriek alleen om de overtollige energie op te slaan is niet genoeg om de doelen van een 100% duurzame maatschappij te behalen. Nuon moet dus nog meer investeren in windmolen parken en zonne-energie. Nuon zal dus vanaf heden nieuwe windmolen/zonnepanelen parken moeten opzetten en zonnepanelen meer onder de consument haar aandacht moeten brengen. Alleen op deze manier kan over langere termijn het doel behaald worden. Daarom is dit ook geen taak die op korte termijn vervuld zal zijn en is dit een doorlopende taak de aankomende decennia.

Implementatie

Bij implementatie wordt duidelijk welke resources de techniek voor Nuon behoeft en hoe deze moeten worden toegepast.

Waterstof en de elektriciteit-markt

Er zijn verschillende manieren om waterstof te produceren, maar in het geval windenergie is elektrolyse de meest voor de hand liggende methode. Vervolgens zijn er met elektrolyse ook 2 opties die van toepassing zijn in de situatie van NUON.

Optie 1

In 2016 heeft de TU-Delft de 'Battolyser' ontwikkeld die een accu combineert met elektrolyse om zo een rendement van 90% te behalen (TU-delft, sd). Op deze manier gaat er dus slechts 10% van de gewonnen energie verloren, ten opzichte van standaard elektrolyse systemen met een rendement van slecht 60% tot 65% en dus verlies van 35% tot 40% (de ingenieur, sd).

De Battolyser is gebaseerd op een zogenoemde nikkel-ijzer batterij, een batterijvariant die vorige eeuw vooral door Thomas Edison werd gepromoot. Tijdens het opladen vormen de elektrodes van de batterij twee materialen, welke in de elektrolysewereld bekend staan als katalysator voor de chemische reactie die waterstof en zuurstof oplevert. De elektrodes maken daarmee in geladen toestand de elektrolyse van water mogelijk.

De ontwikkeling van de Battolyser is nog in de beginfase wat betekent dat een full-scale model voor toepassingen bij grote windmolenparken pas beschikbaar is in 1,5 jaar.

Optie 2

Productie van waterstof in een "standaard" elektrolyse waterstof fabriek. Deze fabrieken behalen een rendement van 60 tot 65%. Een voorbeeld hiervan is een pas geopende waterstoffabriek in Mainz, Duitsland.

Naast het elektrolyse-systeem van optie 1 en 2, zijn ondersteunende resources nodig. Hierbij moet gedacht worden aan locatie van het elektrolyse-systeem, opslagveld of tanks voor het geproduceerde waterstof, waterstofleidingen voor transport van waterstof en een waterstof generator voor het terug omzetten van waterstof in elektriciteit. Daarbij komt ook dat personeel aangenomen en getraind moet worden om te kunnen werken met de apparatuur.

Waterstof en de aardgas-markt

Het belangrijkste aan de implementatie van deze TMC is of de bestaande gasleidingen geschikt zijn voor waterstof. Alleen als dit het geval is, kan deze TMC succesvol zijn. Het vervangen van alle bestaande leidingen zou veel te kostbaar zijn, wanneer elektrisch koken tegenwoordig ook goed mogelijk is.

Verder is de prijs van waterstof een belangrijke factor in de implementatie. Door technologische ontwikkelingen zal deze prijs in de toekomst hoogstwaarschijnlijk zakken. De huidige prijzen van waterstof en aardgas is:

- Aardgas = ± €0,75 per kg

- Waterstof = ± €11,50 per kg

Dit maakt waterstof ongeveer 15 keer duurder dan aardgas.

Aardgas is met de huidige prijzen en technologieën nog een stuk voordeliger dan waterstof. Toch is deze TMC haalbaar, omdat waterstof gemengd kan worden met aardgas en zo voordelig een duurzame optie creëert voor standaard aardgas. De productie van waterstof is op vergelijkbare methodes te realiseren als die in TMC 1.

Bibliografie

- Baas, T. (2017, 05 07). 'GEBRUIK OUDE GASLEIDINGEN VOOR TRANSPORT WATERSTOF'. Opgehaald van BNR: <https://www.bnr.nl/nieuws/duurzaamheid/10322215/gebruik-oude-gasleidingen-voor-transport-waterstof>
- Battolyser. (2016, December 20). Opgehaald van TU Delft: <https://www.tudelft.nl/2016/tu-delft/nieuwe-tu-delft-battolyser-combineert-elektriciteitopslag-en-waterstofproductie-in-een-systeem-en-maakt-efficiante-en-betaalbare-opslag-van-elektriciteit-mogelijk/>
- CBS. (2017). *Aandeel hernieuwbare energie 5,9 procent in 2016*. Opgehaald van cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/22/aandeel-hernieuwbare-energie-5-9-procent-in-2016>
- CBS. (2017). *Groei windmolenpark zorgt voor toename groene stroom*. Opgehaald van cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/09/groei-windmolenpark-zorgt-voor-toename-groene-stroom>
- David Owen. (2017). *The Efficiency Dilemma*. Opgehaald van newyorker.com: <https://www.newyorker.com/magazine/2010/12/20/the-efficiency-dilemma>
- de ingenieur. (sd). Opgehaald van <https://www.deingenieur.nl/artikel/groene-waterstofproductie-in-mainz>
- De ruimte project ontwikkeling. (2017). *Sociale duurzaamheid*. Opgehaald van deruimteprojectontwikkeling.nl: <http://www.drpo.eu/thema/sociale-duurzaamheid/>
- Dossier Duurzaam 2013. (2013, December 19). Opgehaald van Dossier Duurzaam: http://www.dossierduurzaam.nl/Cms_Data/Contents/DossierDuurzaamDB/Folders/Files/Resultaten/~contents/99W2EFFQPE22U9EN/Resultaten-Dossier-Duurzaam-2012.pdf
- Dossier Duurzaam 2017. (2017, Decemeber 19). Opgehaald van Dossier Duurzaam: http://www.dossierduurzaam.nl/Cms_Data/Contents/DossierDuurzaamDB/Media/2017/Dossier-Duurzaam-2017-Infographic.pdf
- Duurzaam Nieuws. (2017). *De toekomst van zonnepanelen*. Opgehaald van duurzaamnieuws.nl: <https://www.duurzaamnieuws.nl/de-toekomst-van-zonnepanelen/>
- Duurzaambedrijfsleven. (2017). *TOPLIJST: 3 bedrijven die CO2 als grondstof inzetten*. Opgehaald van duurzaambedrijfsleven.nl: <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/recycling/24467/3-keer-co2-als-grondstof>
- Duurzaamnieuws. (2016, februari). *Decentrale opslag van energie steeds interessanter*. Opgehaald van [www.duurzaamnieuws.nl](https://www.duurzaamnieuws.nl/decentrale-opslag-van-energie-steeds-interessanter/): <https://www.duurzaamnieuws.nl/decentrale-opslag-van-energie-steeds-interessanter/>
- Duurzaamnieuws.nl. (2016). *Decentrale opslag van energie steeds interessanter*. Opgehaald van [duurzaamnieuws.nl](https://www.duurzaamnieuws.nl/decentrale-opslag-van-energie-steeds-interessanter/): <https://www.duurzaamnieuws.nl/decentrale-opslag-van-energie-steeds-interessanter/>
- Efficient electricity storage. (2017, Maart 1). Opgehaald van Publishing: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/ee/c6ee02923j#divAbstract>
- energiebronnen, D. (sd). Opgehaald van <http://www.duurzameenergiebronnen.nl/zelf-energie-opwekken/>

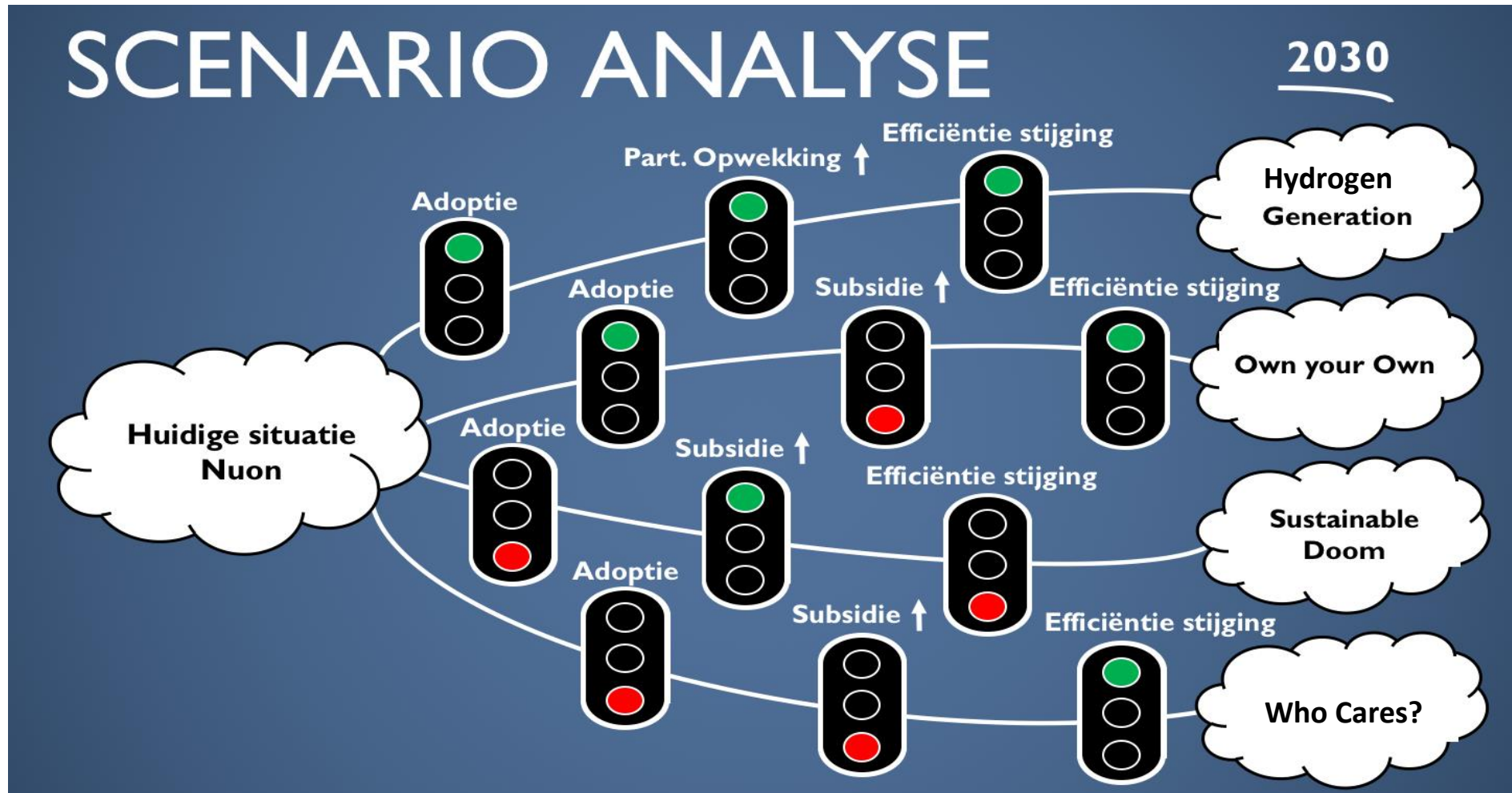
- EnergieFlex. (2016). *Wereldwijde energieverbruik nu en in de toekomst*. Opgehaald van energieflex.nl: <https://www.energieflex.nl/blog/wereldwijde-energieverbruik-nu-en-de-toekomst/>
- Feiten en cijfers SDE+ algemeen*. (2016, December 19). Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/feiten-en-cijfers/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>
- FluxEnergie. (2017). *Nederlandse uitvinding: waterstof in poedervorm*. Opgehaald van fluxenergie: <https://www.fluxenergie.nl/nederlandse-uitvinding-waterstof-poedervorm/>
- Glas-Glas*. (2015, Oktober 21). Opgehaald van Fritts: <https://fritts.nl/glas-glas-zonnepanelen/>
- Groene waterstofproductie*. (2015, Juli 6). Opgehaald van deingenieur: <https://www.deingenieur.nl/artikel/groene-waterstofproductie-in-mainz>
- groningenenergieneutraal. (2018). *Waarom niet iedereen duurzame innovaties accepteert*. Opgehaald van groningenenergieneutraal.nl: <https://www.groningenenergieneutraal.nl/nieuws/waarom-niet-iedereen-duurzame-innovaties-accepteert>
- Guido van den Heuvel. (2012). *Koken op waterstofgas*. Opgehaald van nemokennislink.nl: <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/koken-op-waterstofgas/>
- Hoe maak je waterstof?* (2015, November 23). Opgehaald van Egear: <https://www.egear.be/waterstof-maken/>
- IBL. (sd). Opgehaald van <https://www.ibl.nl/zo-gaat-dat-op-de-energiemarkt/>
- Liander. (2018). *Over Liander*. Opgehaald van liander.com: <https://www.liander.nl/over-liander>
- Lyzard*. (sd). Opgehaald van <http://www.lyzard.eu/nl/waterstof/wat-is-waterstof>
- Mankins, J. C. (1995, April 6). *Technology Readiness Levels*. Opgehaald van Fellowships.teiemt.gr: <http://fellowships.teiemt.gr/wp-content/uploads/2016/01/trl.pdf>
- Mertens, S. (2017, Januari 25). *The difference between a lift and drag windturbine*. Opgehaald van Windchallenge: <https://windchallenge.com/2017/01/25/lift-versus-drag-wind-turbine/>
- Milieucentraal*. (sd). Opgehaald van <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/energieprijzen/>
- NUON. (sd). Opgehaald van <https://www.nuon.com/activiteiten/windenergie/windpark-wieringermeer/>
- NUON. (sd). Opgehaald van <https://www.nuon.com/activiteiten/windenergie/>
- NUON. (2018). *Aandeelhoudersvergadering*. Opgehaald van nuon.com: <https://www.nuon.com/het-bedrijf/corporate-governance/aandeelhouders/aandeelhoudersvergadering/>
- NUON. (2018). *In dialoog met onze stakeholders*. Opgehaald van nuon.com: <https://www.nuon.com/het-bedrijf/stakeholders/>
- NUON, o. (sd). Opgehaald van <https://www.nuon.com/het-bedrijf/organisatie/>

- opwegmetwaterstof*. (sd). Opgehaald van <https://opwegmetwaterstof.nl/2017/04/20/gasunie-start-productie-groene-waterstof/>
- Planbureau . (2016). *Klimaatakkoord Parijs vergt ingrijpend beleid in Nederland*. Opgehaald van pbl.nl: <http://www.pbl.nl/nieuws/nieuwsberichten/2016/klimaatakkoord-parijs-vergt-ingrijpend-beleid-in-nederland>
- Rijksoverheid. (2018). *Header en thumb duurzame energie opwekken Duurzame energie opwekken*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken>
- Rijksoverheid. (2018). *Investeringssubsidie duurzame energie ISDE*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/investeringssubsidie-duurzame-energie-isde>
- RVO. (z.d.). *De eisen voor waterstof in aardgas*. Opgehaald van RVO: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/gassamenstelling/waterstof-aardgas/de-eisen-voor-waterstof-aardgas>
- Schubel, P. (2012). *Wind Turbine Blade Design*. Nottingham: University of Nottingham.
- Soorten zonnepanelen*. (2018, Januari 15). Opgehaald van Zonne-energieds: <https://www.zonne-energieds.nl/soorten-zonnepanelen/>
- Stimuleren Duurzame Energieproductie*. (2017, December 19). Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimuleren-duurzame-energieproductie>
- (2007, Januari 1). *Technische analyse van waterstof*. Brussel: Vincotte Environment. Opgehaald van http://document.environment.brussels/opac_css/electfile/Studie%20waterstof%20energievector%202007
- Technische Universiteit Delft. (2016, 12 23). *'Battolyser' combineert batterij en waterstofproductie*. Opgehaald van Nemo kennislink: <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/battolyser-combineert-batterij-en-waterstofproductie/>
- Thijs Baas. (2017). *'GEBRUIK OUDE GASLEIDINGEN VOOR TRANSPORT WATERSTOF'*. Opgehaald van bnr.nl: <https://www.bnr.nl/nieuws/duurzaamheid/10322215/gebruik-oude-gasleidingen-voor-transport-waterstof>
- TU Delft. (2016). *Nieuwe TU Delft 'battolyser' combineert elektriciteitsopslag en waterstofproductie in één systeem en maakt efficiënte en betaalbare opslag van elektriciteit mogelijk*. Opgehaald van tudelft.nl: <https://www.tudelft.nl/2016/tu-delft/nieuwe-tu-delft-battolyser-combineert-elektriciteitsopslag-en-waterstofproductie-in-een-systeem-en-maakt-efficiënte-en-betaalbare-opslag-van-elektriciteit-mogelijk/>
- TU-delft. (sd). Opgehaald van <https://www.tudelft.nl/2016/tu-delft/nieuwe-tu-delft-battolyser-combineert-elektriciteitsopslag-en-waterstofproductie-in-een-systeem-en-maakt-efficiënte-en-betaalbare-opslag-van-elektriciteit-mogelijk/>
- Types of wind turbines*. (2013, December 9). Opgehaald van Ceturionenergy: <http://centurionenergy.net/types-of-wind-turbines>
- Uitgaven MEP SDE(+) per techniek*. (2016, December 19). Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimuleren-duurzame-energieproductie/feiten-en-cijfers/feiten-en-cijfers-sde-algemeen>

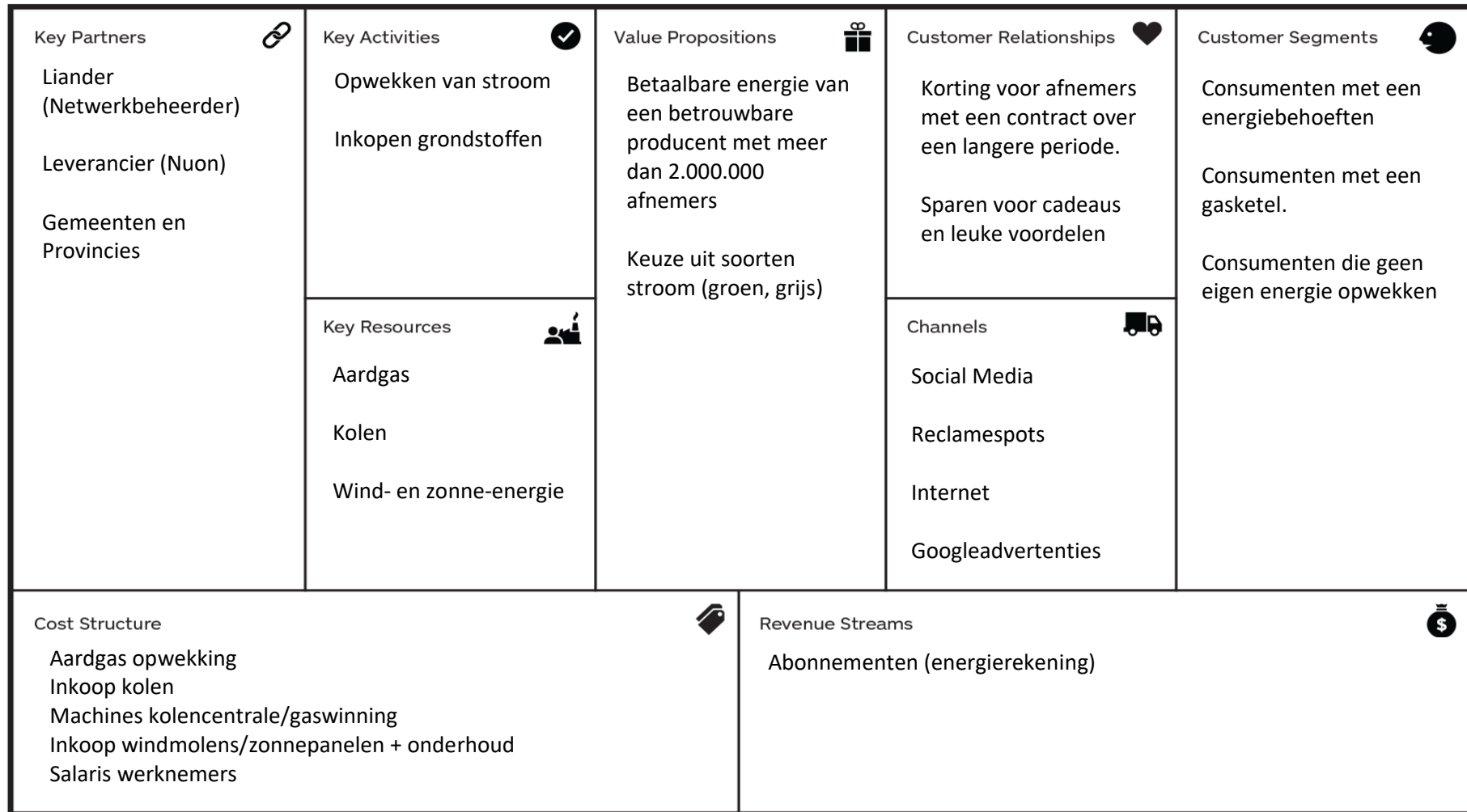
- Undergournd hydrogen storage*. (2018, Januari 18). Opgehaald van Global CCS Institute:
<https://hub.globalccsinstitute.com/publications/operating-flexibility-power-plants-ccs/2-underground-hydrogen-storage>
- Underground hyrdrogen storage cost*. (2018, Januari 18). Opgehaald van Global CCS Institute:
<https://hub.globalccsinstitute.com/publications/operating-flexibility-power-plants-ccs/4-underground-hydrogen-storage-cost>
- van den Heuvel, G. (2012, 10 17). *Koken op waterstofgas*. Opgehaald van Nemo kennislink:
<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/koken-op-waterstofgas/>
- Verschil tussen monokristallijnen en polykristallijnen zonnepanelen*. (2018, Januari 15). Opgehaald van Alles over zonnepanelen: http://www.allesoverzonnepanelen.nl/kennisbank/productie-van-silicium-zonnecellen/soorten_kristallijne_zonnecellen/verschil-tussen-monokristallijne-en-polykristallijne-zonnepanelen/
- waterflame. (sd). Opgehaald van <http://www.waterflame.co.th/demo/HO-300.html>
- Waterstofwinning uit aardgas kan goedkoper en schoner*. (2011, Mei 10). Opgehaald van Tue:
<https://www.tue.nl/universiteit/nieuws-en-pers/nieuws/10-05-2011-waterstofwinning-uit-aardgas-kan-goedkoper-en-schoner/#top>
- Weeda, M., & Gigler, J. (2017). *Waterstof: Essentieel element voor de energietransitie en een duurzame energievoorziening*. Utrecht: TKI Gas.
- zonnepanelen.net. (2018). *Subsidie zonnepanelen 2018: een handig overzicht*. Opgehaald van zonnepanelen.net: <https://www.zonnepanelen.net/subsidie-zonnepanelen-2018/>
- zonnepanelen.net. (2018). *Wachten op nieuwe zonnepanelen met hoger rendement?* Opgehaald van zonnepanelen.net: <https://www.zonnepanelen.net/wachten-op-zonnepanelen-hoger-rendement/>

Bijlagen

1. Scenario analyse



2. Business Model Canvas (Huidige situatie)



3. Business Model Canvas (Hydrogen Generation)

<p>Key Partners </p> <p>Liander (Netwerkbeheerder)</p> <p>Leverancier (Nuon)</p> <p>Gemeenten en Provincies</p>	<p>Key Activities </p> <p>Aanbieden van duurzame oplossingen</p> <p>Balanceren vraag en aanbod energie</p> <hr/> <p>Key Resources </p> <p>Elektrolyse</p> <p>Wind- en zonne-energie</p>	<p>Value Propositions </p> <p>Groene energie</p> <p>Een energiebedrijf die de windmolens optimaal inzet en de energie opslaat met behulp van waterstof.</p>	<p>Customer Relationships </p> <p>Korting voor afnemers met een contract over een langere periode.</p> <p>Sparen voor cadeaus en leuke voordelen</p> <hr/> <p>Channels </p> <p>Social Media</p> <p>Reclame spots</p> <p>Google advertenties</p>	<p>Customer Segments </p> <p>Consumenten die over willen stappen op eigen opwekking van duurzame energie</p> <p>Consumenten die geïnteresseerd zijn in duurzame energie</p> <p>Consumenten die willen voorlopen op duurzame innovaties</p>
<p>Cost Structure </p> <p>Onderhoud windmolens</p> <p>Elektrolyse systeem</p> <p>Salaris werknemers</p> <p>Opleiding huidige medewerkers (nieuwe werkzaamheden)</p>		<p>Revenue Streams </p> <p>Abonnementen (energierekening)</p>		