

Verduurzaming bloembollensector met inzet van waterstof

Een verkennende techno-economische studie naar de productie- en toepassingsmogelijkheden van waterstof bij bloembollenbedrijven in de Kop van Noord-Holland

New
Energy
Coalition

In samenwerking met:



New
Energy
Coalition

Gefinanciërd door:

Regio Deal Maritiem Cluster Kop van Noord Holland

Project Team:

Jeroen Noot (Greenport Noord Holland Noord), Josina Rustenburg, Jolijn Zwart (KAVB), Thijs Pennink, Esther Lunenburg, Daniël Banis (Ontwikkelingsbedrijf NHN), Joep Sanderink, Frank Brandsen, Ibren Feijen (New Energy Coalition)

Auteur: Ibren Feijen (New Energy Coalition)

Gebruikte beelden: Jeroen Noot

Datum: 08-03-2022

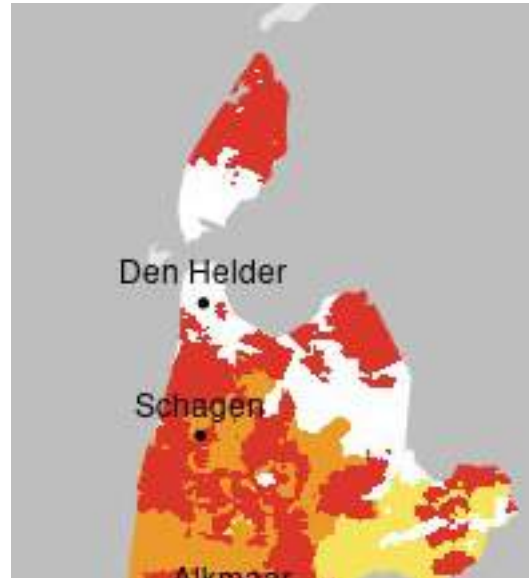
We know energy transition

Verduurzaming bloembollensector met inzet van waterstof

De mogelijke rol van waterstof in de energietransitie van de bloembollensector



- Verduurzamingsopgave en klimaatdoelstellingen
- Transitie naar groene elektronen en moleculen
- Groei lokale productie duurzame elektriciteit



- Beperkte netcapaciteit voor teruglevering en afname
- Verzwaring staat gepland maar zorgt reeds voor o.a. vertraging nieuwe zonne-energie opwekking
- Stop op nieuwe en verzwaren van bestaande aansluitingen



- Waterstof als medium voor matchen vraag en aanbod door lokale energieopslag
- Inzet waterstof voor groei duurzame energieopwekking
- Door rol als energiedrager voor warmtevoorziening en duurzame brandstof



- Vermindert druk op electriciteitssysteem en creëert ruimte voor nieuwe inpassing duurzame elektriciteitsopwekking in het elektriciteitsnet
- Brede CO₂ en NO_x reductie

De positionering van waterstof in de bloembollensector in vier stappen



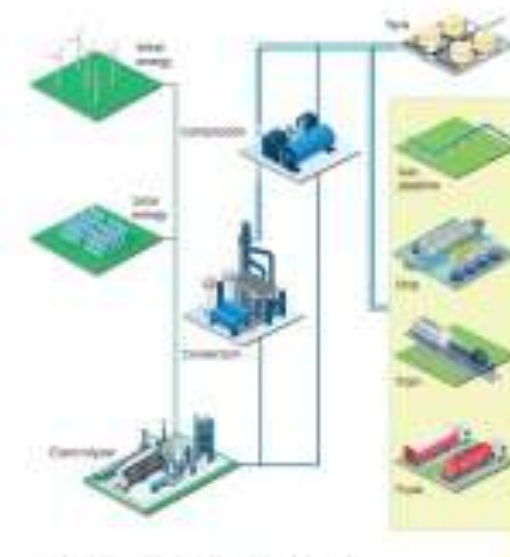
Stap 1 – Verkenning bloembollen en energie sector. Data verzameling

Zelfstandig			
Scenario 1a - Waterstof als buffer capaciteit elektriciteit, uit lokale zonne-energie	Scenario 1c - Waterstof als alternatief voor aardgas, uit lokale zonne-energie	Wata alle 3 uit lok	
Scenario 2a - Waterstof als buffer capaciteit elektriciteit, uit lokale zonne-energie en netstroom	Scenario 2c - Waterstof als alternatief voor aardgas, uit lokale zonne-energie en netstroom	Wata alle 3 uit lok	
Collectief/ Interactief			
Scenario 3a - Waterstof als buffer capaciteit elektriciteit, uit lokale zonne-energie en inkoop waterstof	Scenario 3c - Waterstof als alternatief voor aardgas, uit lokale zonne-energie en inkoop waterstof	Wata alle 3 uit lok	
Scenario 4a - Waterstof als buffer capaciteit elektriciteit, collectief opgewekt uit lokale zonne-energie	Scenario 4c - Waterstof als alternatief voor aardgas, collectief opgewekt uit lokale zonne- energie	Wata alle 3 uit lok	

Stap 2 – Ontwikkeling rekenmodel en opstellen modelbedrijf



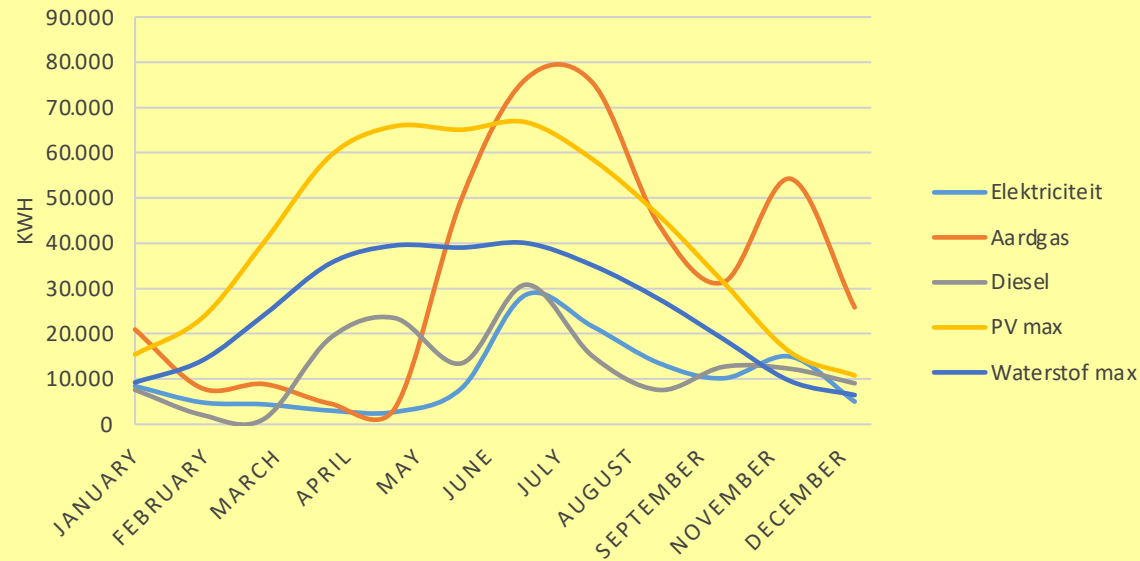
Stap 3 – Scenarioanalyse op basis van techno-economische haalbaarheid decentrale waterstofproductie en toepassing. Milieu impact analyse uitgedrukt in carbon footprint



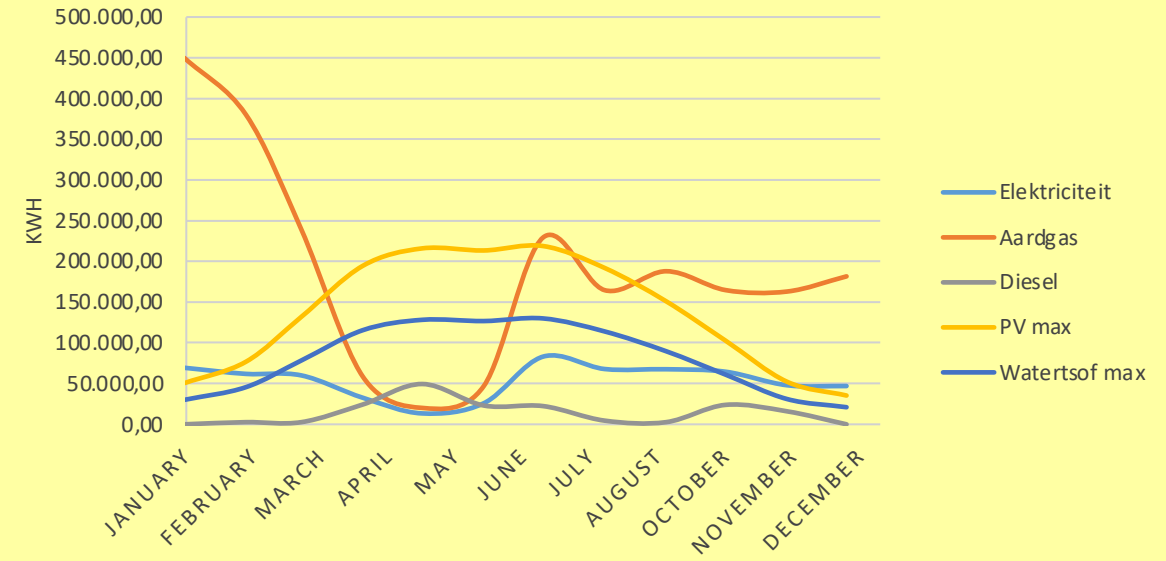
Stap 4 – Inpassen waterstof in bloembollensector als schakel binnen de bredere ontwikkeling van een regionale waterstofeconomie. Blootleggen kansen voor pilot project.

Het bloembollen modelbedrijf ugedrukt in energieprofielen

ENERGIEPROFIEL MODELBEDRIJF KWEKER



ENERGIEPROFIEL MODELBEDRIJF KWEKER & BROEIERS



Het geluid uit de bloembollensector

Het elektriciteitsnetwerk:

De potentiële opwek van zonne-energie op het bloembollenbedrijf ligt ver boven het gemiddelde elektriciteitsverbruik dat momenteel lokaal ingezet kan worden

Verzwaring van het elektriciteitsnet komt traag op gang en kent lange doorlooptijd voor het gerealiseerd is. Bedrijven worden nu al belemmerd in de realisatie van nieuwe zonne-energie projecten door de ontoerijkende netcapaciteit.

Huidige plannen van de netbeheerder zullen in ieder geval ook op middellangetermijn onvoldoende zijn om te kunnen voorzien in de groeiende vraag naar net capaciteit voor het aansluiten van duurzame energie bronnen

Lokale inzet van hernieuwbare elektriciteit is daarom een noodzakelijk stap om de ontwikkelingen in de energietransitie niet nog verder te laten stagneren.

Op het bloembollenbedrijf:

Vanuit de sector klinkt het geluid dat alleen elektrificatie van bedrijfsmiddelen en –processen niet volstaat om potentiële opwek nuttig in te kunnen zetten

Potentiele opwek zonne-energie is voldoende om grotendeels zelfvoorzienend te zijn mits restwarmte stromen efficiënt ingezet kunnen worden

De warmtevraag elektrificeren lijkt in bepaalde situaties technisch haalbaar met de inzet van een warmte- koudeopslag systeem (WKO)

Voor de bloembollen kweker is een WKO geen oplossing door de beperkte koudevraag. Warmte buffering wordt momenteel nog niet gezien in de sector

Landbouwvoertuigen batterij elektrisch maken is in eerste instantie geen optie. Inzetten op waterstof elektrisch is daarom een logische keuze

Milieu impact:

Uiteindelijke doel is het terugbrengen van de CO₂ uitstoot. Inzetten op verduurzaming mobiliteit met waterstof kan leiden tot een reductie van de carbon voetafdruk. Om grote stappen te zetten moet ook de gasvraag gereduceerd worden .

Nu inzetten op lokale productie zonne-energie biedt kansen om brede verzuurzaming in bloembollenbedrijf door te zetten.

De scenarioanalyse samengevat

Onderstaande tabel geeft de toename weer in de energiekosten van het bloembollen modelbedrijf wanneer de overstap gemaakt wordt naar de productie en toepassing van waterstof volgens de beschreven scenario's over een periode van 25 jaar.

In het toepassingsgebied Elektriciteit wordt geen waterstof geproduceerd doordat huidige elektriciteitsvraag pas binnen bestaande aansluiting.

Scenario	Beschrijving	Toepassingsgebied waterstof			
		Diesel	Aardgas	Elektriciteit	Alle toepassingen
Afkomst waterstof	Waterstof uit lokale zonne-energie	15,86%	-	-	-
	Waterstof uit lokale zonne-energie en elektriciteitsnetwerk	0,44%	611,01%	-	591,63%
	Waterstof uit zonne-energie en waterstof inkoop	5,73%	129,07%	-	124,67%
	Collectieve waterstof-productie uit lokale zonne-energie (5 model bedrijven)	82,82%	519,82%	-	511,89%

	Energetisch onhaalbaar
	Economisch onhaalbaar
	Gemiddeld kansrijk
	Kansrijk

Conclusies

Waterstof als duurzaam alternatief voor diesel

- Waterstof uit lokale productie is bijna concurrerend met diesel
- De vereiste investeringen in opslag, compressie, tank infra en voertuigen/beregeningsinfra maken de overstap naar lokale productie van waterstof als een duurzame vervanger van diesel te kostbaar.
- De waterstof technologieën voor tractoren, beregenen en tanken zijn nog niet ver genoeg ontwikkeld om direct ingezet te worden als vervanger van conventionele dieselsystemen op het bloembollenbedrijf.

Waterstof als duurzaam opslagmedium voor elektriciteit

- Waterstof als duurzaam en lokaal opslagmedium voor korte- en seizoensopslag van elektriciteit op het bloembollenbedrijf is in geen enkel scenario rendabel.

Waterstof als duurzaam alternatief voor aardgas

- Waterstof uit lokale productie heeft economisch gezien niet de potentie om aardgas één op één uit te faseren.
- Door koppeling met een warmtebuffer of WKO-systeem (bij aanwezigheid van koudevraag) kan inzet van de vrijgekomen hoge kwaliteit warmte, zeker bij de productie van grotere hoeveelheden waterstof, een duurzaam alternatief bieden voor het vervangen van de huidige aardgasvraag op het bloembollenbedrijf. Echter, de economische haalbaarheid is in deze studie niet onderzocht.

Algemene conclusies

- **Individueel vs Collectief:** Binnen deze studie is de individuele productie van waterstof sterk afhankelijk van de eigenvraag naar waterstof en het maximaal te installeren zonne-energie. Gecombineerd met de hoge investeringsvereisten leidt dit in de meeste gevallen tot een negatieve businesscase. In het collectieve scenario, ondanks de ogenschijnlijk hoge kosten, laat het model zien dat bij de productie van waterstof met een groot geïnstalleerd vermogen van de elektrolyser en zonne-energie de businesscase sterk verbetert en productie van grotere hoeveelheden waterstof mogelijk maakt. Daarbij zorgt het tegelijkertijd voor een hogere penetratie van decentrale zonne-energie.
- **Waterstof ecosysteem:** Doordat er voor waterstofinitiatieven geen bestaand ecosysteem is om op aan te sluiten zoals dat er voor aardgas is, moeten waterstof initiatieven de gehele keten, productie, opslag, distributie, en afname, zelf inrichten. In alle scenario's komt naar voren dat juist opslag en compressie een relatief groot deel van de investering opeist en de businesscase drastisch naar beneden haalt.
- **Toename penetratie zonne-energie:** Lokale productie van waterstof kan zorgen voor een grotere penetratie van zonne-energie. Als de waterstof alleen geproduceerd wordt voor kleinschalig (diesel) eigengebruik dan is dit voordeel laag. Door grootschalige (collectieve) productie is deze bijdrage aanzienlijk groter en kan dit leiden tot een significatie groei aan zonne-energie in de Kop van Noord-Holland.

Congestie: een aanleiding of een kans voor waterstof ontwikkelingen in de bloembollensector?



De energie centrale van Noord-Holland Noord

De potentiële bijdrage van de bloembollensector aan de klimaatdoelstellingen doormiddel van de opwek van hernieuwbare elektriciteit zijn significant. Door deze nu lokaal in te zetten kan het bloembollenbedrijf al voor een groot deel voorzien in de eigen energievraag en er tegelijkertijd voor zorgen dat deze potentiële opwek niet verloren gaat.



CO₂ vrije Bollenstreek

Door te focussen op systeem synergiën en terugwinning van hoogwaardige restwarmte uit het elektrolyse proces, is het technisch gezien mogelijk om naast de vraag naar diesel ook aan de warmtevraag een duurzaam invulling te geven. Het traject naar een gedecarboniseerde bloembollensector is dan ook een klimaatakkoord overstijgend resultaat.



Leren en ontwikkelen als “no-regret” strategie

Waterstof inpassen als alternatieve en duurzame energiedrager voor diesel lijkt op korte termijn financieel haalbaar, waar die van aardgas verder in de toekomst lijkt te liggen. Door het gebrek aan praktijkvoorbeelden met decentrale productie en inzet van waterstof, kleven er onzekerheden aan de ontwikkeling van een dergelijke onderneming. Pilotprojecten opzetten om als regio gedegen kennis en ervaring op te doen en deze onzekerheden weg te nemen is dan ook een “no-regret” maatregel. Dit is een kans voor de regio om hierin een koploperspositie in te nemen.

Advies: werk toe naar een proeftuin

Vandaag leren voor de energievoorziening van morgen

Op basis van de conclusies en uitkomsten van deze studie is het geadviseerd om in te zetten op de ontwikkeling van waterstof pilotprojecten in de bloembollensector. Dit als opstap naar een breed ingezette energietransitie in de agro-sector, waarbij het ook kansen creëert om de bredere welvaart te versterken. Dit kan bereikt worden als er op transparante wijze ingezet wordt op de ketenontwikkeling van waterstof waarin alle stakeholders worden meegenomen en samenwerken. Dit vereist inzet van de triple helix, overheid, industrie en kennisinstellingen. De kansen die gezien worden voor de verduurzaming van de bloembollensector met waterstof vertalen zich naar drie advieslijnen. Hierin dienen de kansen voor ieder advieslijn in meer detail uitgewerkt te worden in een businesscase als opstap naar een proeftuin waterstof.

Mobiliteit en beregening

- Bouw een sterke coalitie om gezamenlijk de ontwikkeling van één of meerdere pilotprojecten op te starten voor mobiliteit en beregening in de bloembollensector.
- Hierin staat het uitwerken van een gedegen businesscase die zowel de individuele als gezamenlijke doelstelling dekt centraal.



Waterstof en warmte

- Onderzoek de potentie om de warmtevraag te verduurzamen door een synergie te vormen tussen het waterstof systeem en een WKO of warmtebuffer. Breng daarbij de businesscase duidelijk in beeld
- De vervolg stap is het samenbrengen van een consortium om een eerste demonstratieproject op te zetten en aan te tonen of een dergelijk project in de praktijk zowel technisch als economisch haalbaar is.



Collectieve opwek

- Stel een consortium samen van belanghebbenden om het volgende vraagstuk in detail uiteen te zetten: Bepaal hoe op een efficiënte manier het elektriciteitsnet ingezet kan worden om de duurzaam opgewekte elektriciteit van bloembolbedrijven te maximaliseren met inzet van waterstofproductie. Bepaal de techno-economische haalbaarheid van zowel de collectieve als de maatschappelijke businesscase.



De verdieping

We know energy transition

Inhoudsopgave

- Inleiding
- Aanpak
- De bloembollensector in een oogopslag: Het modelbedrijf
- Scenarioanalyse
- Kansen voor waterstof in de bloembollensector - Het vervolg

Inleiding

We know energy transition

Waterstof en de bloembollen sector, waar liggen de kansen?

Nederland is wereldwijd de belangrijkste producent en exporteur van bloembollen en bolbloemen. De sector staat voor de uitdaging om invulling te geven aan het klimaatakkoord. Naast de maatregelen die aanpassing vragen op het gebied van teelt en broeierij, zijn er maatregelen nodig op het gebied van gebruik, opwek en opslag van energie en maatregelen om het gebruik van fossiele brandstoffen in het machinepark terug te dringen.

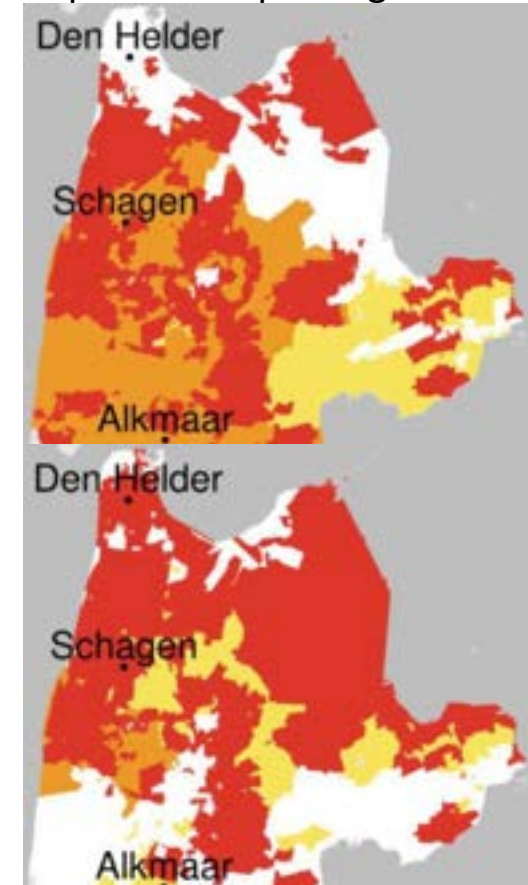
Op het moment worden er nog veel fossiele brandstoffen ingezet in de bloembollensector. Zo wordt er voornamelijk gas en (grijze) elektriciteit gebruikt voor het drogen en koelen van de bollen, en worden de machines op land aangedreven door een dieselmotor.

Een factor die de versnelling van de energietransitie van de bloembollensector in Noord-Holland Noord belemmert is de toename van knelpunten in het elektriciteitsnet. Als gevolg van deze congestieproblematiek worden bollenbedrijven en andere ondernemingen de kans ontnomen om hernieuwbare elektriciteit te produceren met zonnepanelen en windmolens en deze in te voeren in het elektriciteitsnet.

Zonder tijdige oplossingen en maatregelen zal de congestieproblematiek de energietransitie van de bloembollensector in Noord-Holland Noord stagneren.

Waterstof wordt gezien als één van de geschikte energiedragers die ingezet kan worden om soelaas te bieden aan de geschetste problemen en tevens een bredere verduurzaming in te zetten. Enerzijds kunnen overschotten van hernieuwbare energie, die niet gevoed kunnen worden in het elektriciteitsnet, worden ingezet om waterstof te produceren. Anderzijds kan de geproduceerde waterstof worden ingezet voor het drogen en koelen van de bloembollen, als brandstof voor de machines op het land en als opslagmedium om het later weer als elektriciteit aan te leveren. Dit alles terwijl het ook de mogelijkheid biedt om de druk op het elektriciteitsnet te verlichten.

Capaciteitsbeperking afname



Capaciteitsbeperking teruglevering

Aanpak

We know energy transition

Om in beeld te brengen welke rol waterstof kan spelen in de verduurzaming van de bloembollensector, is er binnen dit project een verkennende techno-economische studie uitgevoerd naar de productie- en toepassingsmogelijkheden van waterstof bij bloembollenbedrijven in de Kop van Noord-Holland. Hiervoor zijn de volgende vier stappen gevolgd:

Stap 1 – Verkenning

Bureaustudie

- Bloembollen sector
- Waterstof ontwikkelingen
- Verzameling techno-economische parameters, waterstof-, elektriciteits- en gassysteem.

Semi gestructureerde interviews

- Het bloembollenbedrijf leren kennen
- Algemene en energieverbruik gerelateerde data verzamelen

Stap 2 – Design

Opstellen modelbedrijf

- Opstellen zonne-energie profiel
- Opstellen bloembollen modelbedrijf

Ontwikkeling rekenmodel

- Om de scenarioanalyse en de milieu-impact analyse uit te voeren is er een rekenmodel geschreven. In het rekenmodel zijn zowel de technologische aspecten als de economische lange termijn perspectieven verwerkt. Daarnaast zit er een Fast Track LCA module aan gekoppeld om de carbon footprint vast te kunnen stellen

Stap 3 – Analyse

Scenarioanalyse berekend de volgende waardes:

- Optimaliseerd de configuratie van het energiesysteem van het modelbedrijf (o.a. zonnepanelen, elektrolyser, brandstofcel, H2 opslag, compressor, batterij)
- Bij een maximale Netto Contante Waarde van de totale energie investering over 25 jaar
- Carbon voetafdruk totale energie verbruik over 25 jaar (CO_{2eq})
- Uitvoeren gevoeligheidsanalyse

Stap 4 – Interpretatie

Inpassen waterstof in bloembollensector als schakel binnen de bredere ontwikkeling van een regionale waterstofeconomie. Bloonleggen kansen voor pilot project.

- Interpretatie uitkomsten scenarioanalyse
- Koppeling uitkomsten aan bureaustudie en huidige ontwikkelingen energietransitie
- Opstellen advies

**De bloembollensector in een oogopslag:
Het modelbedrijf**

De bloembollensector in Nederland

In 2020 werden er in Nederland 27,1 duizend hectare landbouwgrond ingezet voor de teelt van bloembollen, verdeeld over grofweg 1500 bloembollenkwekers met een gemiddeld areaal van 18 hectare. Deze doorsnede geldt voor Nederland in zijn totaliteit, echter, kijkend naar de kaart rechts is een sterke concentratie van bloembolbedrijven te zien in de Kop van Noord-Holland.

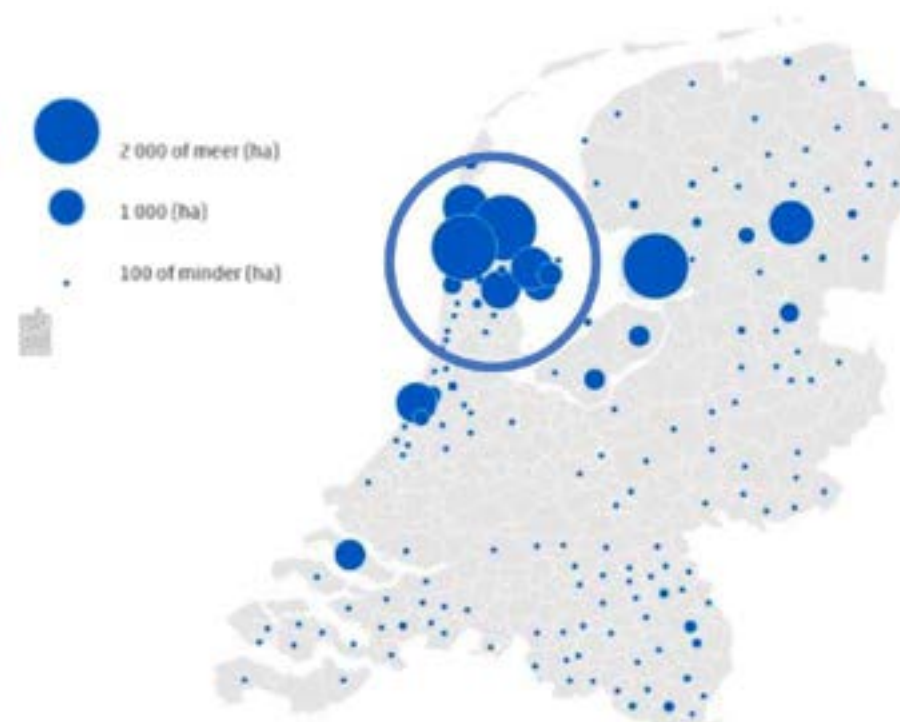
Het cluster van bloembolbedrijven in de Kop van Noord-Holland vormt gezamenlijk, met een aantal gemeentes in Noord-Holland Noord, het grootste aaneengesloten bloembollengebied van Nederland.

In de Kop van Noord-Holland, waar ook de Noordelijke Bollenstreek onder valt, zijn 466 bloembolkwekers gevestigd die gezamenlijk 12,4 duizend hectare landbouwgrond cultiveren, wat bijna goed is voor 50% van het totale Nederlandse teelt areaal. Kijkend naar de bedrijven die in de Kop van Noord-Holland gevestigd zijn zie je dat het gemiddelde bedrijf groter uitvalt met een gemiddeld gecultiveerd areaal van 26,5 hectare.

	Nederland	Noord-Holland	Kop van Noord-Holland
Bloembollen en –knollen (hectare)	27.055	13.726	12.369
Bloembollen en –knollen teelt (Aantal bedrijven)	1513	560	466
Bollenbroei (Aantal bedrijven)	383	223	180
Bollenbroei (tulpen) (Oppervlakte, hoeveelheid)	2.806.038	2.283.341	2.053.080
Bollenbroei (Tulpen) (Aantal bedrijven)	305	199	168
Gemiddelde grote kweker (hectaren)	17,9	24,5	26,5
Gemiddelde grote broeier (hoeveelheid x1000)	7.326	10.239	11.406

Bron: CBS

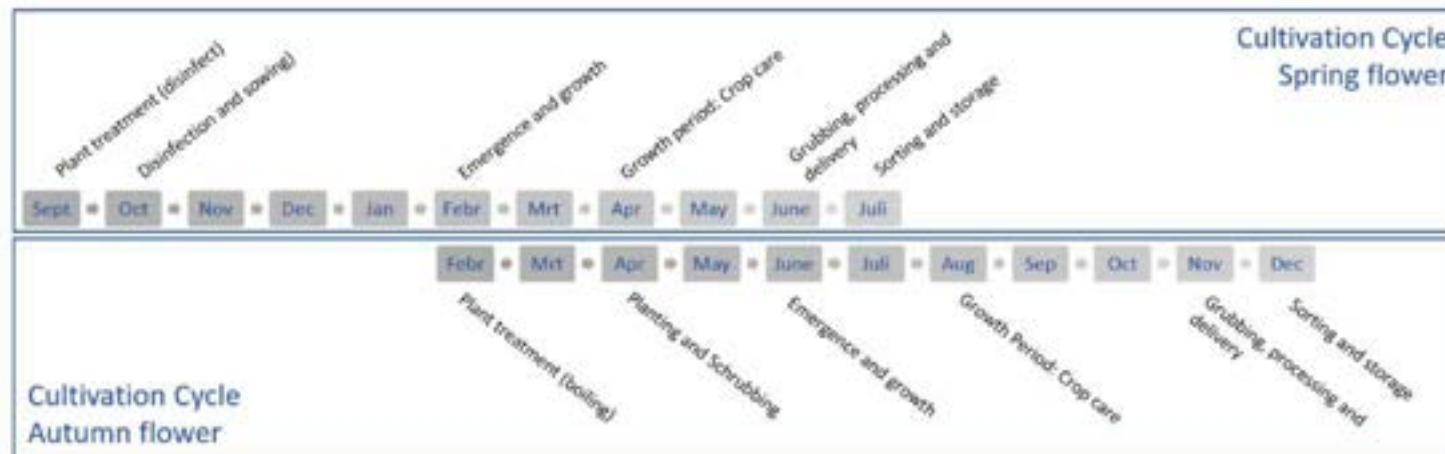
Concentratie bloembolbedrijven in Nederland. Het omcirkelde gebied is het onderzoeksgebied (bron: CBS)



Begrijp de energiebehoefte van het bloembollenbedrijf

Het energieverbruik van de bloembollensector is sterk afhankelijk van het type bedrijf en bedrijfsvoering. Er kunnen drie verschillende bedrijfstype worden onderscheiden, kwekers, kwekers/broeiers en broeiers. Kwekers hebben uitsluitend te maken de cultivatie van de bloembollen, gewoonlijk opengrond teelt. Broeiers hebben uitsluitend te maken met het in bloeitrekken van de bolbloemen, hoofdzakelijk in glastuinbouw. Het derde bedrijfstype, tevens het bedrijfstype wat in dit document naar voren komt, is de kweker/broeier. Een gecombineerd bedrijf die beide bedrijfvigheden uitvoert.

De oorsprong en het gedrag van de energievraag van de bloembollen kweker/broeier is te herleiden naar het teelt- en groeiproces van bloembollen en bolbloemen. Deze is onderverdeeld op basis van de twee bestaande fenologische plant cycli, de voor- en najaar bloeiende bolbloemen. De seizoen gebondenheid van de bolbloem is medebepalend voor de tijd gebondenheid van- en de pieken in de energievraag van de bedrijven. Aanvullend op het teeltproces is het broeiproces. Het broeien van bloembollen is het kunstmatig in bloei trekken van de bolbloemen door het 'imiteren van de seizoenen', wat doorgaans loopt van laat in september tot aan mei.



Het modelbedrijf

Om een analyse uit te voeren naar de mogelijke bijdrage van waterstof in de bloembollensector, waarvan de bevindingen aansluiten bij het regionale karakter van de sector in de Kop van Noord Holland, is het noodzakelijk om scherp inzicht te hebben in het energieverbruik en het karakter van de bloembollenbedrijven aldaar. Het inzicht in de energievraag en bedrijfseigenschappen zijn samengevat in een bedrijfsopzet die representatief is voor de regio en zijn weergegeven in de zogenoemde modelgegevens. De opgestelde modelgegevens bieden het uitgangspunt voor de scenarioanalyse van het zogenoemde modelbedrijf.

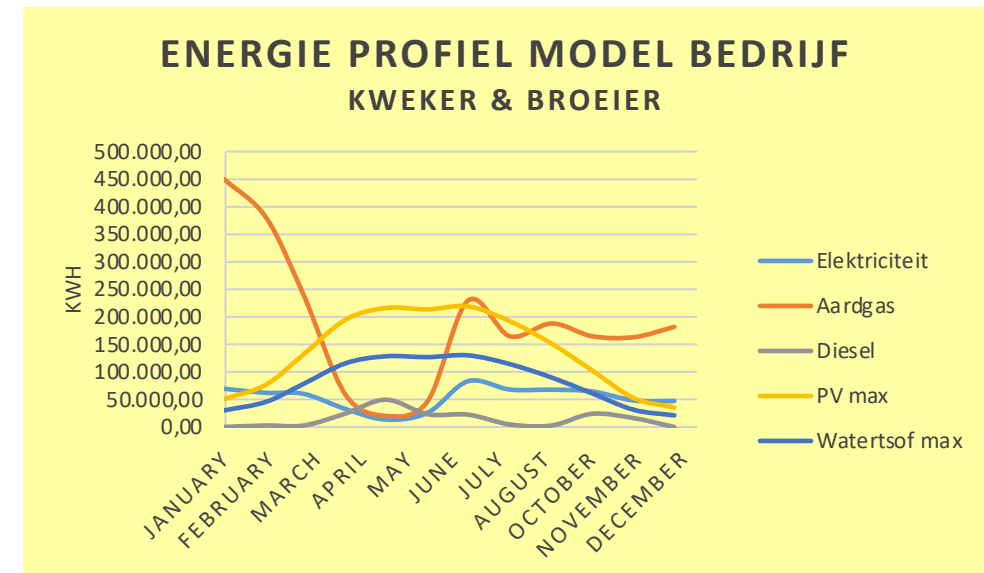
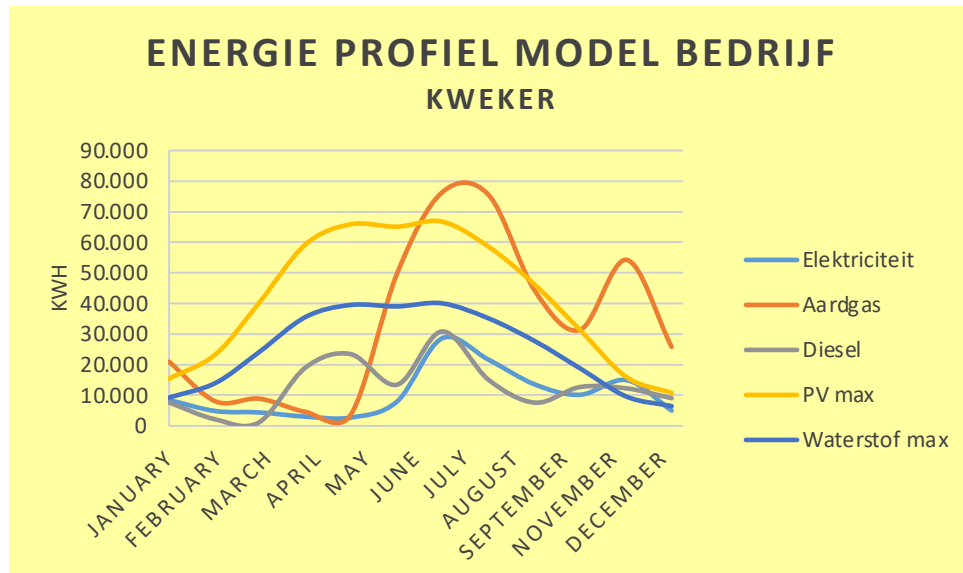
De bepalende factoren van het opstellen van de modelgegevens zijn de regio en bedrijfsgroote (in de vorm van het aantal geproduceerde bloembollen en/of het bedrijfsareaal). Op basis van de cijfers van het CBS zijn de bedrijfsspecifieke gegevens van de aan dit project deelnemende bloembollenbedrijven geconverteerd naar een set modelgegevens voor een bedrijfsopzet van een bloembollen kweker/broeier.

In de modelgegevens is de specifieke energiebehoefte van de sector opgenomen, welke uiteen is gezet in een diesel-, gas- en elektriciteitsvraag. Afgeleid van de bedrijfsgroote is het dakoppervlak vastgesteld passend bij het zogenoemde modelbedrijf. Daarop aansluitend is, passend bij het type elektriciteitsaansluiting van het modelbedrijf, het gelimiteerde en maximale potentiële zonne-energie opwek vastgesteld. Bijbehorende cijfers zijn weergegeven in onderstaande tabellen en op de volgende slide weergegeven energieprofielen.

Modelgegevens Bloembollen kweker/broeier		
Bedrijfskarakteristieken	Aantal	Unit
Hectare	-	ha
Hoeveelheid bollen (x1000)	11.406	Aantal
Dakoppervlak	11.867	m ²
Maximale geïnstalleerd vermogen zone-energie	1.285	kWp
Gelimiteerd geïnstalleerd vermogen zonne-energie	290	kWp
Gecontracteerd vermogen	290	kW
Cumulatief energievraag/-productie	Aantal	Unit
Aardgas	213.557	m ³ /jaar
Diesel	17.154	l/jaar
Elektriciteit	641.311	kWh/jaar
PV _{limited}	390.751	kWh/jaar
PV _{maximum}	1,731,431	kWh/jaar

Het modelbedrijf: Energie profielen

Op basis van de eerder vernoemde geaggregeerde modelgegevens zijn het energieverbruik en opwek berekend en weergegeven in onderstaande grafieken.





Scenarioanalyse

We know energy transition

Scenarioanalyse

Uitgangspunten en analyse

De scenarioanalyse is uitgevoerd om een inzicht te geven in en de mogelijke kansen en rol van waterstof te leren begrijpen. Om deze inzichten te creëren zijn voor ieder scenario de totale kosten en de dimensies van het energiesysteem geoptimaliseerd. Hiervoor is het modelbedrijf voor de bloembollen kweker/broeier als uitgangspunt genomen. Om de impact van de prijsontwikkelingen in de energiemarkt op de businesscase van waterstof in de bloembollensector te begrijpen is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Gekoppeld aan de benoemde optimalisatie is de milieu-impact berekend, uitgedrukt in de carbon footprint van het modelbedrijf over een periode van 25 jaar. De modelberekeningen zijn uitgevoerd binnen de aangegeven set van aannames en begrenzings. De berekende waarden, aannames en systeembegrenzings zijn als volgt:

Berekende waarden:

- Netto Contante Waarde totale energie investering over 25 jaar
- Carbon voetafdruk totale energie verbruik over 25 jaar (CO_{2eq.})
- Vermogen zonnepanelen
- Vermogen elektrolyser
- Vermogen brandstofcel
- Batterij capaciteit
- Waterstof opslag capaciteit
- Capaciteit compressor

Aannames en systeem begrenzings:

- Zonne-energie primair inzetten elektriciteitsverbruik, secundair voor waterstofproductie.
- Het energie systeem moet altijd in balans zijn.
 - Energievraag moet altijd voldaan worden.
 - Net belasting mag niet boven het gecontracteerd vermogen uitkomen. Zowel voor de vraag- als teruglevering van elektriciteit
- Waterstofafname middels tube trailers
- Voor alle scenario's vormt het vastgestelde modelbedrijf het uitgangspunt.

Scenarioanalyse

Afhankelijkheden

De scenarioanalyse bepaalt op verkennende basis, via modelberekeningen, de techno-economische haalbaarheid van waterstof-toepassingen in de bloembollensector. De analyse schetst een beeld waar de knel en knooppunten liggen op de weg naar een CO₂-arme agrarische bloembollensector met inzet van waterstof. Het succes van waterstof hierin is sterk afhankelijk van een aantal factoren:

- Energieverbruik
- Markontwikkeling van waterstof toepassingen
- Zelfstandigheid in energievoorziening



Scenarioanalyse

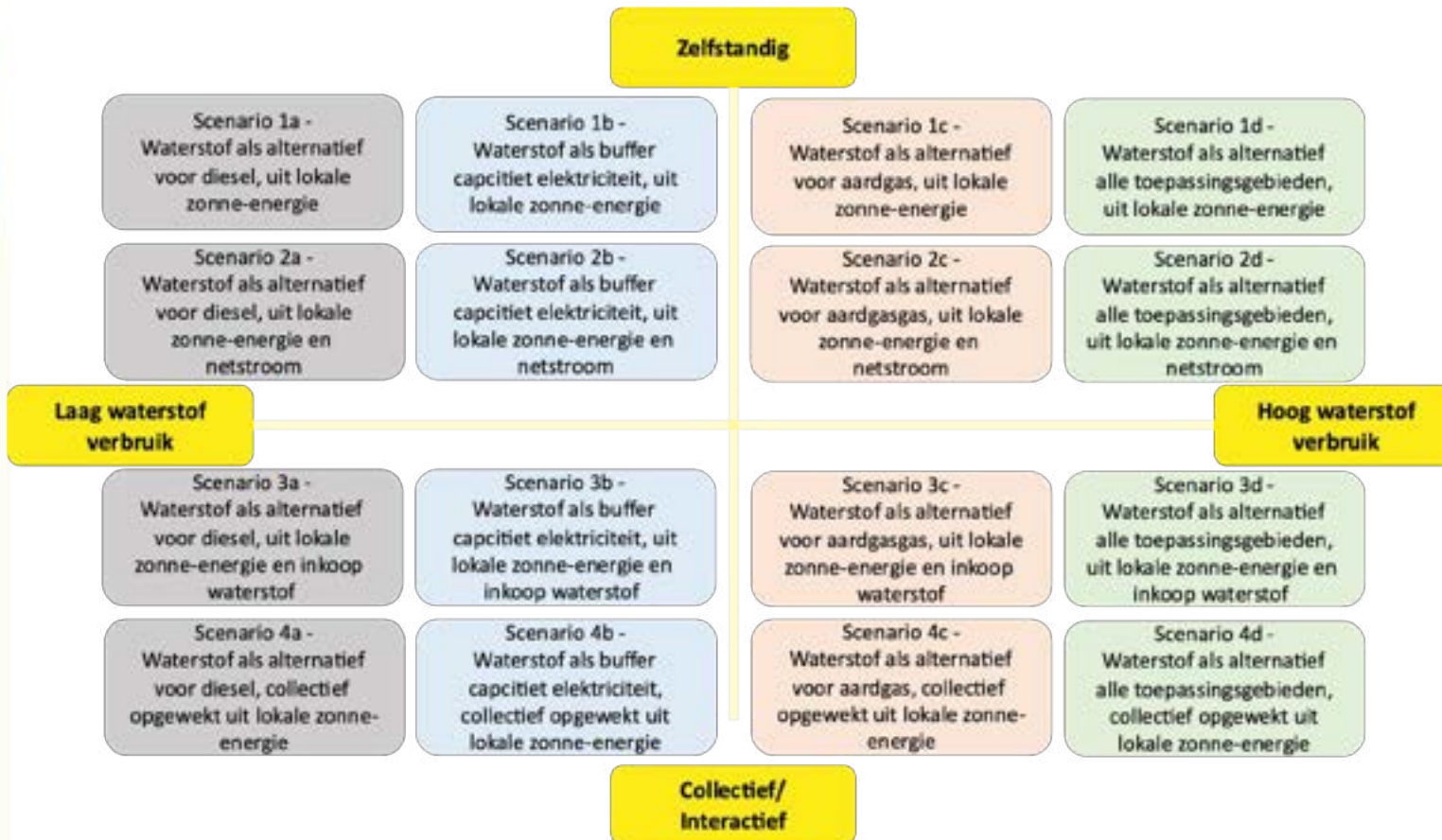
Waterstof toepassingen

De kansen voor waterstof in de bloembollensector worden gezien als volgt:

- Waterstof inzetten om de groei van zonne-energie doorgang te kunnen laten vinden ook binnen gebieden waar congestie problematieken spelen
- Het inzetten van waterstof voor langdurige energieopslag en het bufferen van vraag en aanbod van zonne-energie
- Waterstof als duurzaam alternatief voor de inzet van dieselolie voor landbouw voertuigen en irrigatie
- Waterstof als brandstof ter vervanging van aardgas voor warmtevraag



Scenarioanalyse: Scenario kwadrant



Voor het uitzetten van de scenarioanalyse is er gekeken naar de afhankelijkheden waar de toepasbaarheid en haalbaarheid van waterstof van afhangt. Hieruit afleidend kunnen er twee assen uitgezet worden. Enerzijds de zelfstandigheid waarmee het modelbedrijf voorziet in haar waterstofvraag en anderzijds het volume naar waterstofvraag.

Zelfvoorzienendheid waterstofproductie:

De zelfstandigheid van waterstofproductie is gerelateerd aan de bron van elektriciteit of waterstof waarmee voldaan wordt aan de waterstofvraag op het modelbedrijf. Dit scenario is onderverdeeld in vier mogelijke bronnen van elektriciteit en/of waterstof om te voldoen aan de waterstofvraag, de sub-scenario's.

1. Waterstofproductie uit uitsluitend lokaal opgewekte zonne-energie
2. Waterstofproductie uit lokaal opgewekte zonne-energie en groene stroom uit het net, binnen het gecontracteerd vermogen
3. Waterstofproductie uit uitsluitend lokaal opgewekte zonne-energie en inkoop van waterstof
4. Waterstof coöperatief opgewekt uit lokale zonne-energie van vijf nabijgelegen bedrijven

Volume waterstofvraag :

Het gevraagde volume waterstof is gerelateerd aan het type energie dat waterstof dient te vervangen of de rol die waterstof vervult in het energiesysteem van het bloembollenbedrijf. Gebaseerd op het energieverbruik van het modelbedrijf en dus de potentiële vraag naar waterstof zijn er vier sub-scenario's geïdentificeerd.

- a. Waterstof als alternatief voor diesel. Waterstof vervangt de gehele vraag naar diesel, zowel voor landbouwvoertuigen als irrigatie.
- b. Waterstof wordt ingezet als buffermedium voor elektriciteit. Overschotten elektriciteit worden tijdelijk opgeslagen in waterstof alvorens het weer wordt omgezet naar elektriciteit.
- c. Waterstof wordt ingezet als alternatief voor aardgas. De totale vraag naar warmte wordt ingevuld door waterstof.
- d. Waterstof wordt ingezet voor alle bovenstaande scenario's. De volledige energievraag wordt voorzien doormiddel van elektriciteit en waterstof.

Scenario 1 – Decentrale waterstof opwek uit lokale zonne-energie

Scenario 1: “Decentrale waterstof opwek uit zonne-energie voor verduurzaming lokale energievraag”

Scenario beschrijving:

Binnen dit scenario wordt er gekeken naar de rol van waterstof in de verduurzaming van het bloembollenbedrijf, wanneer de waterstof uitsluitend uit lokaal opgewekte zonne-energie wordt geproduceerd. Er wordt geen elektriciteit uit het net gehaald om een systeemoptimalisatie te bewerkstelligen. Hierbij wordt zonne-energie primair ingezet voor het dekken van de lokale elektriciteitsvraag en secundair voor het opwekken van waterstof.

Inzet waterstof:

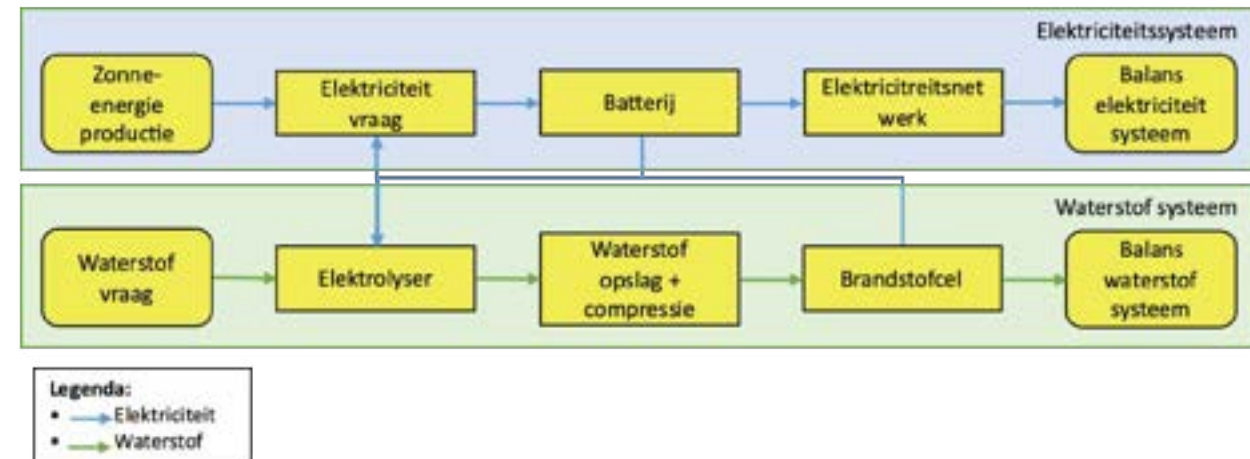
De bestaande energievraag van aardgas en/of diesel is omgezet naar een waterstofvraag. De waterstofproductie in het systeem wordt geoptimaliseerd op basis van de vastgestelde waterstofvraag. In het deel scenario waar waterstof wordt ingezet voor de conversie naar elektriciteit functioneert het waterstof systeem als energie buffer en wordt gestuurd op basis van de elektriciteitsvraag.

Systeemoptimalisatie:

Voor ieder deel scenario is het systeem geoptimaliseerd zodat de kosten worden geminimaliseerd terwijl de energievraag ten alle tijden wordt voorzien. Op basis van deze techno-economische verkenning kan worden vastgesteld of waterstof in deze vorm een bijdrage kan leveren in de toename van zonne-energie productie en tegelijkertijd de energievraag verduurzaamd

Carbon voetafdruk:

Om de milieu impact in kaart te brengen is voor iedere deel scenario de carbon voetafdruk vastgesteld. Hierbij wordt de impact van de oplossing bepaald op basis van de te vervangen energiebron



Scenario 1: Techno-economische analyse

De techno-economische optimalisatie geeft de Netto Contante Waarde van de gehele energie investeringen weer over een tijdsduur van 25 jaar. Tevens is de procentuele toe(+)/afname(-) van de NCW per deel scenario in vergelijking tot het referentie scenario weergegeven. Voor het eerste scenario zijn er maar twee deel scenarios weergegeven vanwege de beperkt beschikbare capaciteit voor waterstofproductie ten opzichte van de hoogte van de energievraag. Dit is een uitkomst van de hoge zelfvoorzienendheidsgraad van dit scenario.

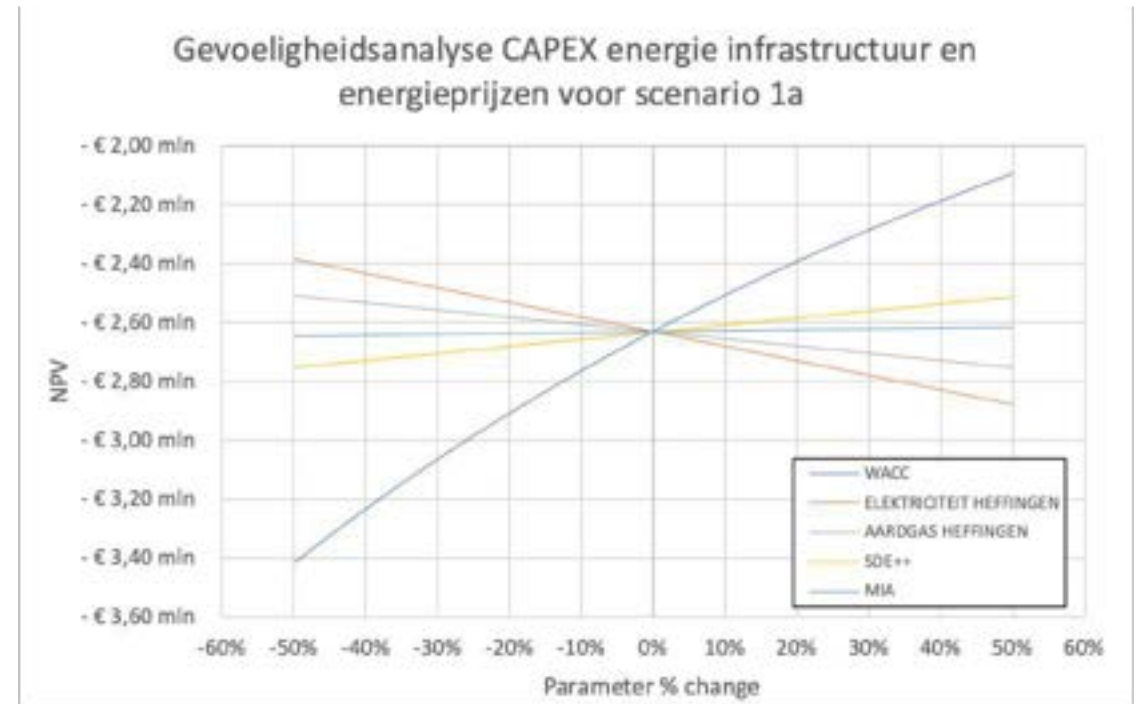
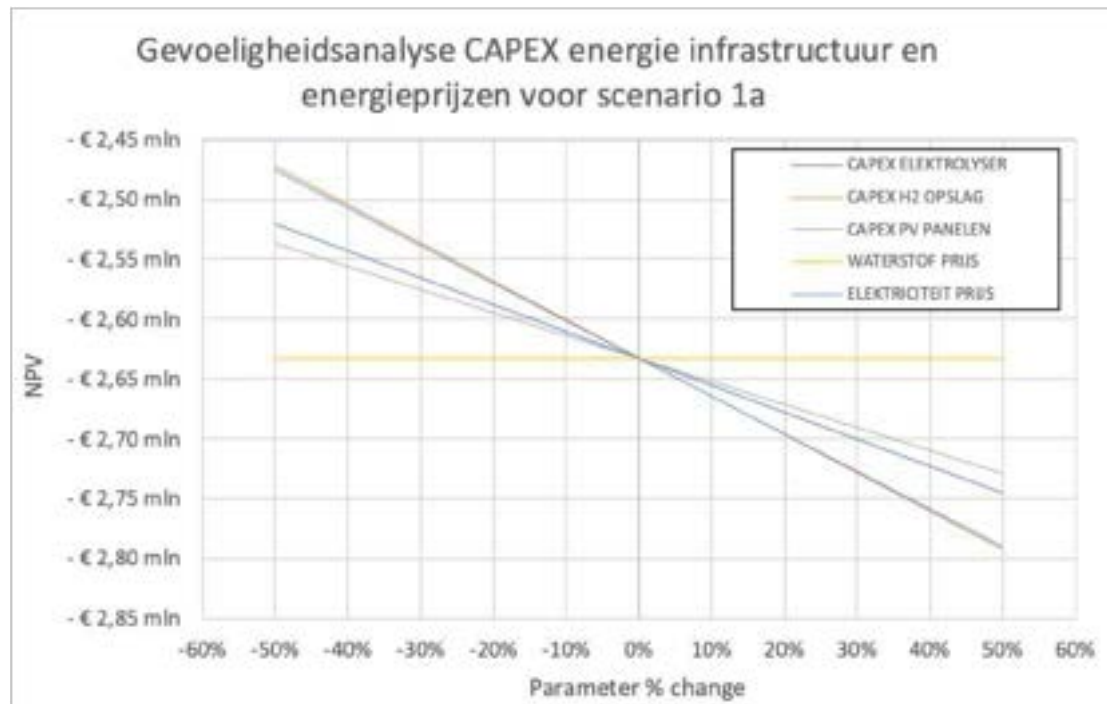
In de onderste tabel zijn de afmetingen van de individuele systeem componenten per deel scenario weergegeven.

Scenario	Beschrijving	NCW	Procent
1a	Diesel	-€2,63mln	-15,86%
1b	Elektriciteit	-€2,27mln	0,00%
1c	Gas	-	-
1d	Alle type	-	-

	1a	1b	1c	1d
Photovoltaic panels (kW)	303,24	281,58	-	-
Battery size (kWh)	0	0	-	-
Electrolyser units (kW)	120	0	-	-
Compressor (kg/h)	3	0	-	-
H2 Storage (kg)	484	0	-	-
Fuel Cell (kW)	0	0	-	-

Scenario 1: Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de impact van prijs- en financiële ontwikkelingen op de economische haalbaarheid van de deel scenario's. Onderstaand is de gevoeligheid van de NCW van scenario 1a weergegeven in verhouding tot de aangegeven parameters.

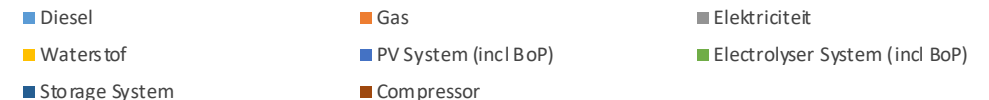
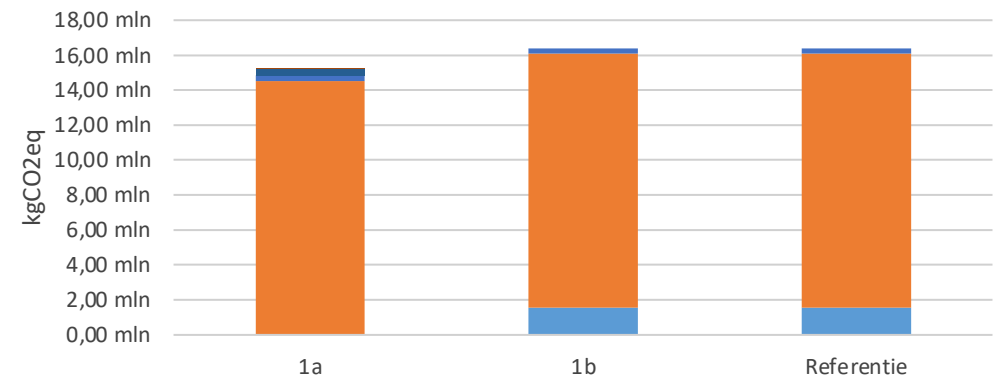


Scenario 1: Carbon voetafdruk

De milieu impact is weergegeven in kilogram CO₂ equivalent (kgCO_{2eq.}) over 25 jaar tijd. Hierin zijn zowel de carbon impact van de primaire energiebronnen meegenomen als de impact van de productie van de systeem componenten. Voor het eerste scenario zijn er maar twee deel scenarios weergegeven vanwege de beperkt beschikbare capaciteit voor waterstofproductie ten opzichte van de hoogte van de waterstofvraag.

De grafiek rechts geeft de cumulatieve impact per categorie weer en de tabel rechtsonder geeft de cumulatieve impact van het totale energieverbruik weer. Tevens geeft de tabel de procentuele toe-/afname weer ten opzichte van het referentie scenario.

Carbon Footprint



	tCO _{2eq.}	Toename(-)/afname(-) carbon voetafdruk
1a	15.225	5%
1b	16.392	0%
1c	-	-
1d	-	-
Referentie	16.392	

Scenario 1: Uitkomsten en observaties

Samenvatting:

- Door de hoge zelfvoorzienendheid in dit scenario is er beperkt elektrische capaciteit beschikbaar voor waterstofproductie. Dit resulteert er in dat wanneer de vraag naar waterstof groter wordt, de beschikbaarheid van waterstof ontoereikend is. Concluderend, een semi-autarkische opstelling is niet haalbaar.
- Waterstof als buffer voor elektriciteit is economisch gezien geen uitkomst en zou vanwege de inkoop van groene stroom geen directe milieu voordelen opleveren.
- Waterstof als duurzaam alternatief voor diesel kan een uitkomst bieden. De NCW voor het waterstof scenario benadert het referentie scenario. Afhankelijk van de prijsontwikkeling van diesel en de investeringsvereisten voor het waterstof systeem zou deze pariteit kunnen bereiken op korte- tot middellange termijn. Hierbij moet wel een kanttekening gezet worden. Deze analyse bevat niet de CAPEX investeringen die nodig zijn voor de investeringen in de waterstof elektrische tractoren, beregeningshaspels en tankinfrastructuur. Het meenemen van de additionele investeringsvereisten zal de businesscase verder onder druk zetten.
- Zonder additionele maatregelen, anders dan lokale waterstofproductie uit eigen zonne-energie, zal waterstofproductie minimaal effect hebben op de groei van zonne-energie en geen stimulans zijn om in zonne-energie te investeren in congestie gebieden.

Scenario 2: Waterstofproductie uit lokale zonne- energie en net elektriciteit

Scenario 2: “Decentrale waterstof opwek uit zonne-energie en net elektriciteit”

Scenario beschrijving:

Binnen dit scenario word er gekeken naar de rol van waterstof in de verduurzaming van het bloembollenbedrijf als het modelbedrijf waterstof produceert van lokaal opgewekte zonne-energie en elektriciteit uit het net. Dit laatste is nodig om het waterstof systeem efficiënter in te kunnen zetten door de loadfactor te verhogen. Hierbij wordt zonne-energie primair ingezet voor het dekken van de lokale elektriciteitsvraag en secundair voor het opwekken van waterstof.

Inzet waterstof:

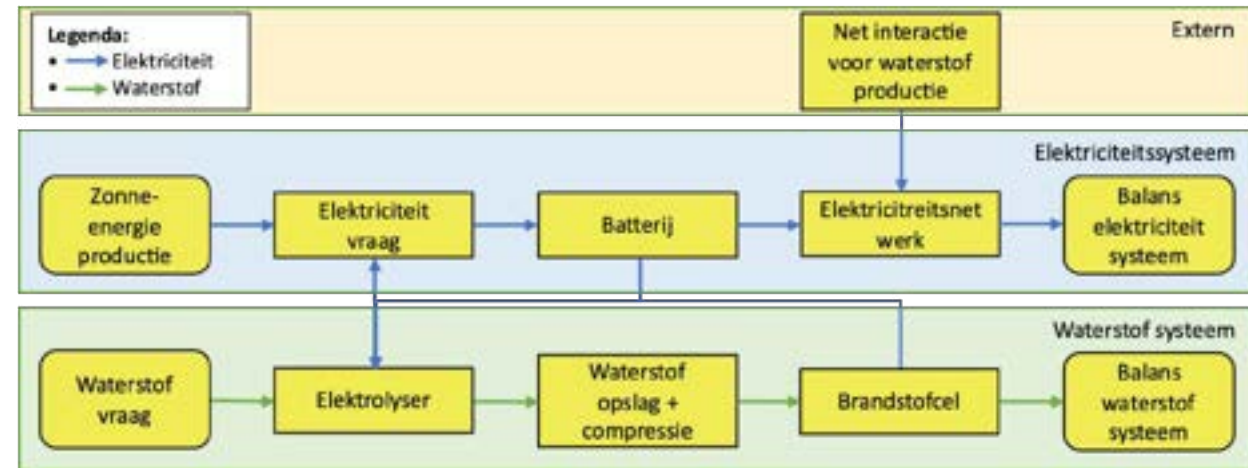
De bestaande energievraag van aardgas en/of diesel is omgezet naar een waterstofvraag. De waterstofproductie word geoptimaliseerd op basis van de vastgestelde waterstofvraag. In het deel scenario waar waterstof wordt ingezet voor de conversie naar elektriciteit functioneert het waterstof systeem als energie buffer en wordt gestuurd op basis van de elektriciteitsvraag.

Systeemoptimalisatie

Voor ieder deel scenario is het systeem geoptimaliseerd zodat de kosten worden geminimaliseerd terwijl de energievraag ten alle tijden wordt voorzien. Op basis van van deze techno-economische verkenning kan worden vastgesteld of waterstof in deze vorm een bijdrage kan leveren in de toename van zonne-energie productie en tegelijkertijd de energievraag verduurzaamd

Carbon voetafdruk:

Om de milieu impact in kaart te brengen is voor iedere deel scenario de carbon voetafdruk vastgesteld. Hierbij wordt de impact van de oplossing bepaald op basis van de te vervangen energiebron



Scenario 2: Techno-economische analyse

De techno-economische optimalisatie geeft de Netto Contante Waarde van de gehele energie investeringen weer over een tijdsduur van 25 jaar. Tevens is de procentuele toe(+)/afname(-) van de NCW per deel scenario weergegeven ter vergelijking tot het referentie scenario.

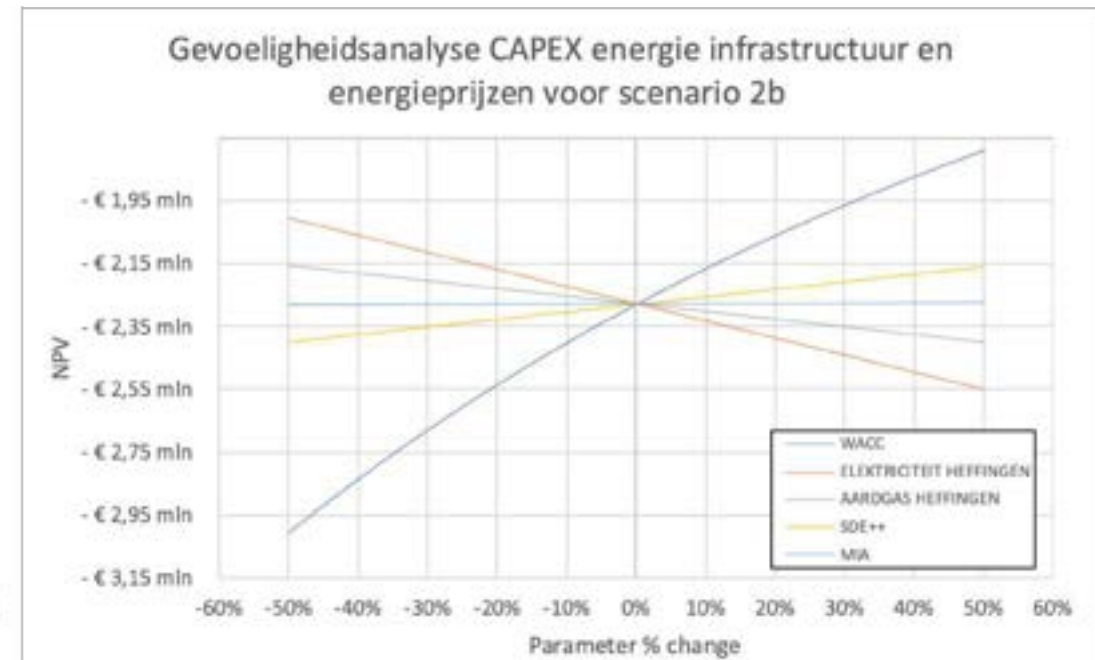
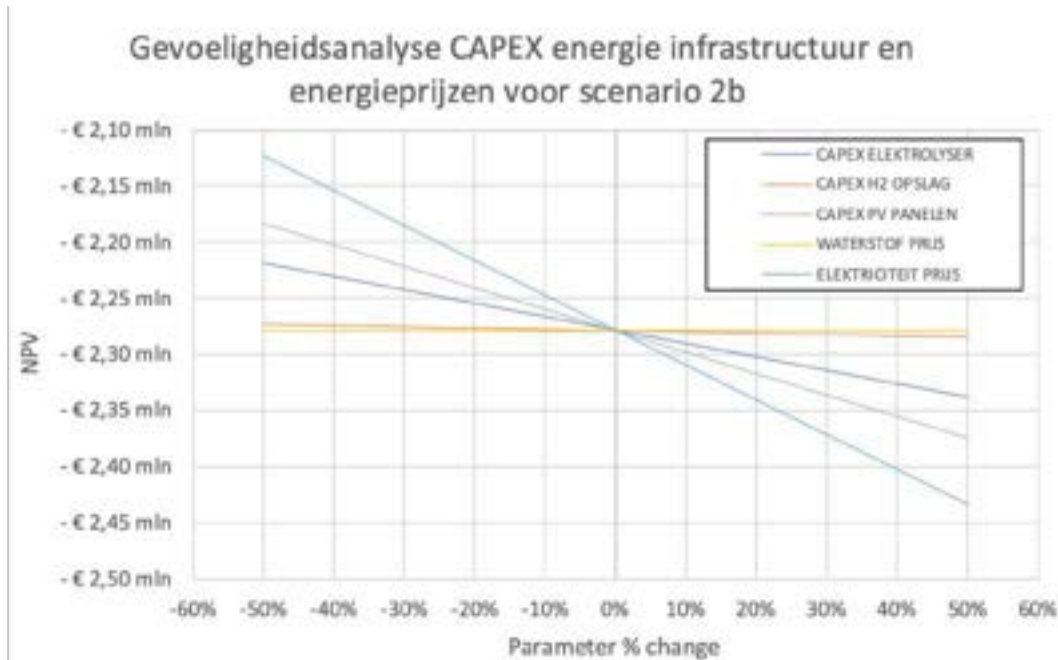
In de onderste tabel zijn de afmetingen van de individuele systeem componenten per deel scenario weergegeven.

Scenario	Beschrijving	NCW	Procent
2a	Diesel	-€2,28mIn	-0,44%
2b	Elektriciteit	-€2,27mIn	0,00%
2c	Gas	- €16,14mIn	-611,01%
2d	Alle type	- €15,70mIn	-591,63%

	2a	2b	2c	2d
Photovoltaic panels (kW)	303,24	281,58	758,1	844,74
Battery size (kWh)	0	0	0	0
Electrolyser units (kW)	34	0	571	596
Compressor (kg/h)	2	0	12	13
H2 Storage (kg)	18	0	17142	17000
Fuel Cell (kW)	0	0	0	0

Scenario 2: Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de impact van prijs- en financiële ontwikkelingen op de economische haalbaarheid van de deel scenario's. Onderstaand is de gevoeligheid van de NCW van scenario 2b weergegeven in verhouding tot de aangegeven parameters.

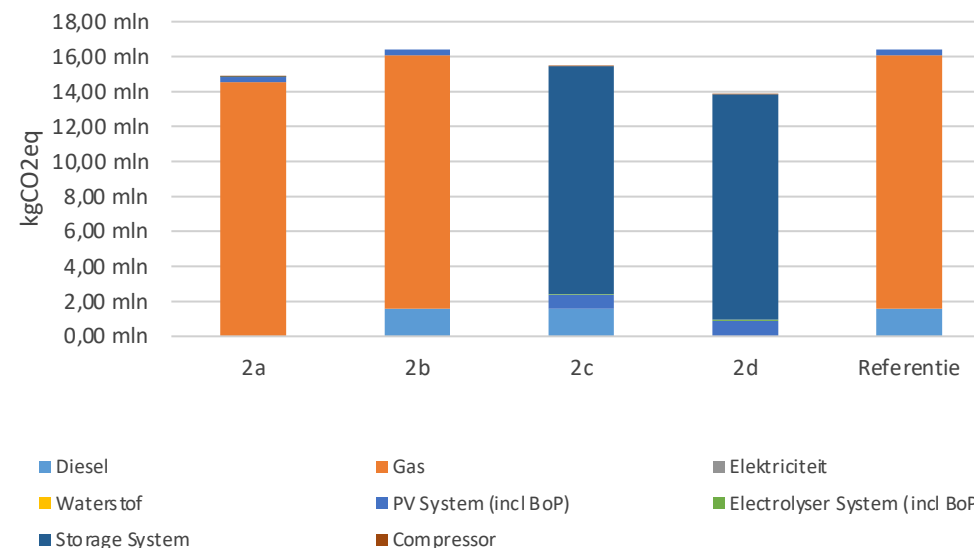


Scenario 2: Carbon voetafdruk

De milieu impact is weergegeven in kilogram CO₂ equivalent (kgCO_{2eq.}) over 25 jaar tijd. Hierin zijn zowel de carbon impact van de primaire energiebronnen meegenomen als de impact van de productie van de systeem componenten.

De grafiek rechts geeft de cumulatieve impact per categorie weer en de tabel rechtsonder geeft de cumulatieve impact van het totale energieverbruik weer. Tevens geeft de tabel de procentuele toe-/afname weer ten opzichte van het referentie scenario.

Carbon Footprint



	tCO _{2eq.}	Toename(-)/afname(-) carbon voetafdruk
2a	14.865	8%
2b	16.392	0%
2c	15.448	6%
2d	13.864	16%
Referentie	16.392	

Scenario 2: Uitkomsten en observaties

Samenvatting:

- Het onttrekken van elektriciteit voor de productie van waterstof, additioneel op de lokaal opgewekte zonne-energie, heeft een positieve uitkomst op de businesscase. Dit zorgt er voor dat de loadfactor van de elektrolyser verhoogd wordt wat leidt tot een economische aantrekkelijke inzet van de elektrolyser en het waterstof systeem in het algemeen.
- In het scenario waar waterstof een alternatief biedt voor diesel resulteert de hogere loadfactor tot een hogere systeem efficiëntie waardoor de NCW nagenoeg gelijk wordt aan die van het referentie scenario. Dit wordt veroorzaakt door voornamelijk de lagere investeringsvereisten voor de elektrolyser en waterstofopslag. Door de lagere systeem vereisten wordt er ook een grotere CO₂ besparing gerealiseerd. Ook in dit scenario moet de kanttekening geplaatst worden dat de extra vereiste CAPEX investeringen die nodig zijn voor de investeringen in de waterstof elektrische tractoren, beregeningshaspels en tankinfrastructuur de businesscase verder onder druk zal zetten.
- De inzet van waterstof, voor het verduurzamen van de aardgasvraag op het bloembollen bedrijf, is in de huidige vorm niet haalbaar. De hoge kosten om het waterstof systeem te realiseren en de lage kosten voor gas zorgen dat de brug die geslagen moet worden te groot is. Het reduceren van de gasvraag is wel de belangrijkste opgave kijkend naar de carbon voetafdruk van het bloembollenbedrijf. Ook hier zien we dat de grote van de waterstof opslag een groot deel van de geboekte CO₂ reductie teniet doet.
- De hoogte van de waterstofvraag is tevens doorslaggevend in de groei van lokale opwek van zonne-energie dat gerealiseerd kan worden. Door de relatief lage energievraag van diesel, het economisch meest gunstige scenario, levert de minste groei op. De scenario's waar aardgas vervangen wordt door waterstof leveren de grootste bijdrage op aan de klimaatdoelstellingen, echter, zijn economisch gezien het ongunstigst.
- Waterstof als buffer voor elektriciteit biedt ook in dit scenario economisch gezien geen uitkomsten

Scenario 3: Waterstofproductie uit uitsluitend lokaal opgewekte zonne-energie en inkoop van waterstof

Scenario 1: “Waterstofproductie uit lokaal opgewekte zonne-energie en inkoop van waterstof”

Scenario beschrijving:

Binnen dit scenario wordt er gekeken naar de rol van waterstof in de verduurzaming van het bloembollenbedrijf als het modelbedrijf waterstof uitsluitend van lokaal opgewekte zonne-energie produceert. Er wordt geen elektriciteit uit het net gehaald om een systeem optimalisatie te bewerkstelligen. Hierbij wordt zonne-energie primair ingezet voor het dekken van de lokale elektriciteitsvraag en secundair voor het opwekken van waterstof. Additioneel bestaat er in dit scenario de mogelijkheid om waterstof in te kopen.

Inzet waterstof:

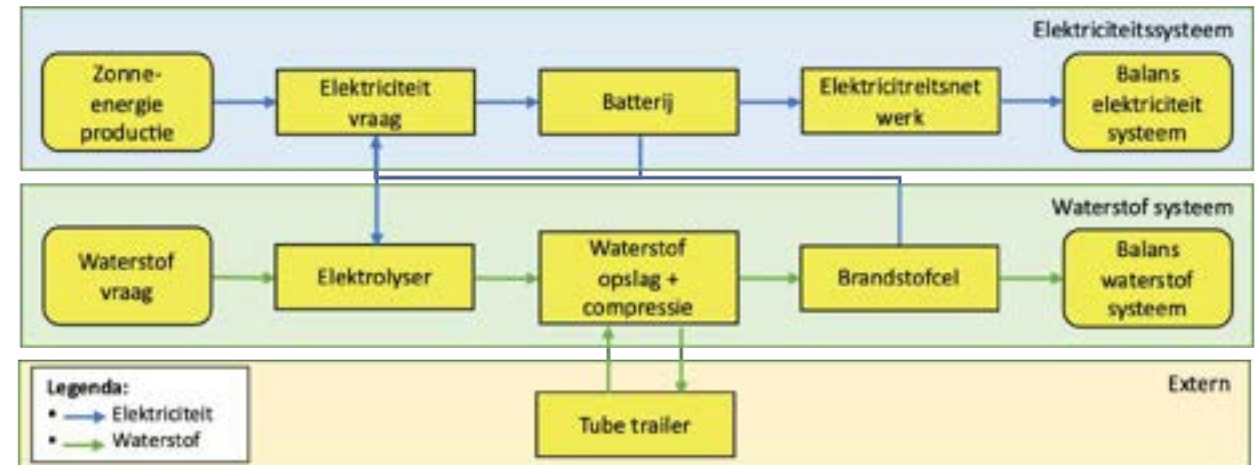
De bestaande energievraag van aardgas en/of diesel is omgezet naar een waterstofvraag. De waterstofproductie wordt geoptimaliseerd op basis van de vastgestelde waterstofvraag. In het deel scenario waar waterstof wordt ingezet voor de conversie naar elektriciteit functioneert het waterstof systeem als energie buffer en wordt gestuurd op basis van de elektriciteitsvraag.

Systeemoptimalisatie

Voor ieder deel scenario is het systeem geoptimaliseerd zodat de kosten worden geminimaliseerd terwijl de energievraag ten alle tijden wordt voorzien. Op basis van van deze techno-economische verkenning kan worden vastgesteld of waterstof in deze vorm een bijdrage kan leveren in de toename van zonne-energie productie en tezelfdertijd de energievraag verduurzaamd

Carbon voetafdruk:

Om de milieu impact in kaart te brengen is voor iedere deel scenario de carbon voetafdruk vastgesteld. Hierbij wordt de impact van de oplossing bepaald op basis van de te vervangen energiebron



Scenario 3: Techno-economische analyse

De techno-economische optimalisatie geeft de Netto Contante Waarde van de gehele energie investeringen weer over een tijdsduur van 25 jaar. Tevens is de procentuele toe(+)/afname(-) van de NCW per deel scenario weergegeven in de bovenste tabel.

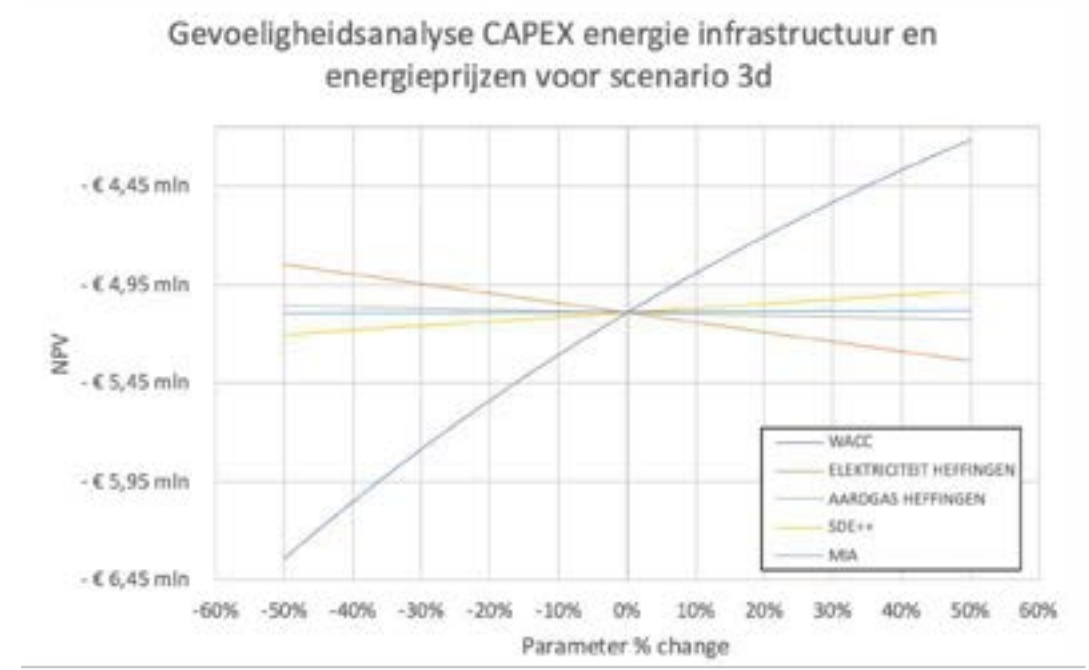
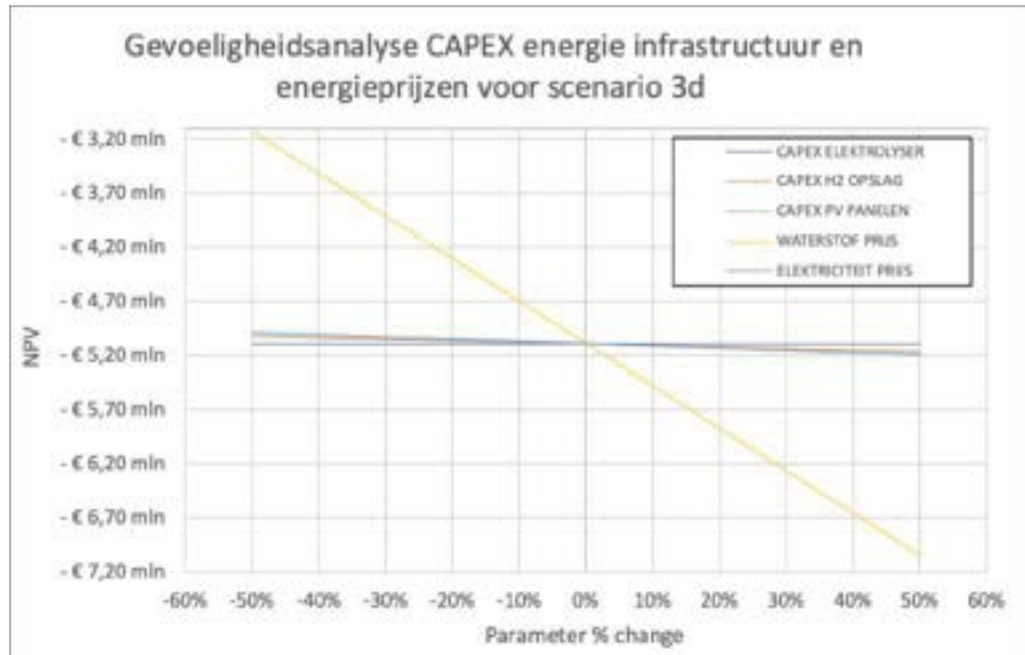
In de onderste tabel zijn de dimensies van de systeem componenten per deel scenario weergegeven.

Scenario	Beschrijving	NCW	Procent
3a	Diesel	-€2,40mln	-5,73%
3b	Elektriciteit	-€2,27mln	0,00%
3c	Gas	-€5,20mln	-129,07%
3d	Alle type	-€5,10mln	-124,67%

	3a	3b	3c	3d
Photovoltaic panels (kW)	281,58	281,58	281,58	281,58
Battery size (kWh)	0	0	0	0
Electrolyser units (kW)	0	0	0	0
Compressor (kg/h)	0	0	0	0
H2 Storage (kg)	200	0	200	200
Fuel Cell (kW)	0	0	0	0

Scenario 3: Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de impact van prijs- en financiële ontwikkelingen op de economische haalbaarheid van de deel scenario's. Onderstaand is de gevoeligheid van de NCW van scenario 3d weergegeven ten opzichte van de aangegeven parameters.

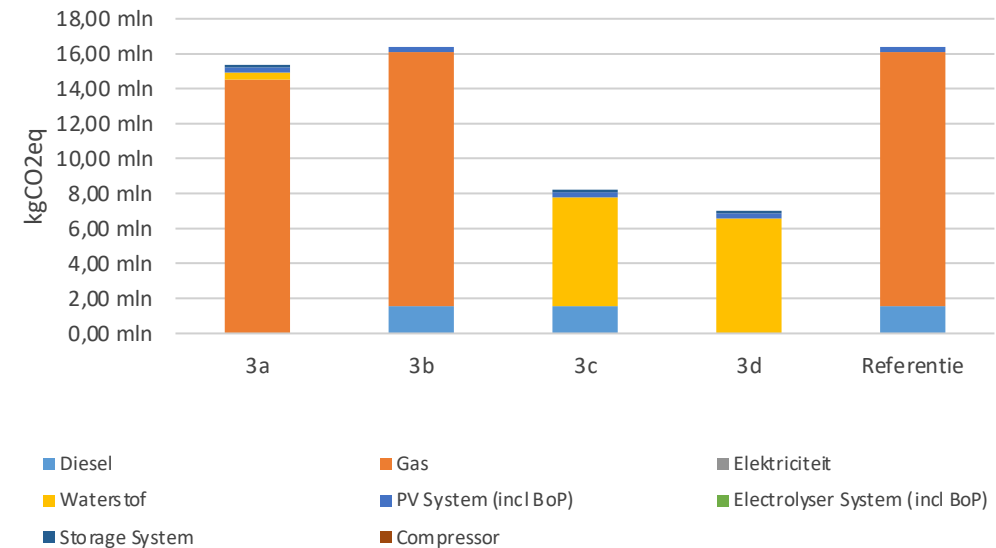


Scenario 3: Carbon voetafdruk

De milieu impact is weergegeven in kilogram CO₂ equivalent (kgCO_{2eq.}) over 25 jaar tijd. Hierin zijn zowel de carbon impact van de primaire energiebronnen meegenomen als de impact van de productie van de systeem componenten.

De grafiek rechts geeft de cumulatieve impact per categorie weer en de tabel rechtsonder geeft de cumulatieve impact van het totale energieverbruik weer. Tevens geeft de tabel de procentuele toe-/afname weer ten opzichte van het referentie scenario.

Carbon Footprint



	tCO _{2eq.}	Toename(-)/afname(-) carbon voetafdruk
3a	15.366	5%
3b	16.392	0%
3c	8.223	50%
3d	7.024	57%
Referentie	16.392	

Scenario 3: Uitkomsten en observaties

Samenvatting:

- Kijkend naar de individuele systeem oplossingen biedt de inkoop van waterstof geen soelaas voor het vraagstuk rondom zonne-energie. Doordat de inkoop van waterstof in deze analyse er financieel aantrekkelijker uitkomt dan lokale waterstofproductie is er geen toename in geïnstalleerd vermogen van zonne-energie mogelijk.
- Ook in dit scenario biedt waterstof geen uitkomst als buffer voor elektriciteit.
- De grootschalige inkoop van waterstof is financieel gezien geen duurzaam alternatief van de huidige fossiele brandstoffen. Echter, is de trend zichtbaar dat waterstof als energiedrager de kostprijs van diesel benaderd en concurrerend lijkt te gaan worden.
- Als milieu maatregel zou waterstof in de bloembollensector het hoofd kunnen bieden aan het emissie vraagstuk. Ondanks dat waterstof als vervanger van aardgas de grootste impact heeft op de reductie van CO₂ emissies, zou de vervanging van diesel bij kunnen dragen aan de "deep decarbonisation" van de sector.

Scenario 4: Waterstof coöperatief opgewekt uit lokale zonne-energie

Scenario 4: Waterstof coöperatief opgewekt uit lokale zonne-energie

Scenario beschrijving:

Binnen dit scenario wordt er gekeken naar de rol van waterstof in de verduurzaming van het bloembollenbedrijf als het modelbedrijf waterstof produceert in coöperatie met vijf mede nabijgelegen (model)bloembollenbedrijven. Hiervoor wordt de op de daken opgewekte zonne-energie benut voor de waterstofproductie. Er wordt geen elektriciteit uit het net gehaald om een systeem optimalisatie te bewerkstelligen. Wel bestaat in dit scenario de kans om het mogelijke overschot aan waterstof te verkopen en af te voeren via tubetrailers. De zonne-energie wordt primair ingezet voor het dekken van de lokale elektriciteitsvraag op de bedrijven en secundair voor het opwekken van waterstof.

Inzet waterstof:

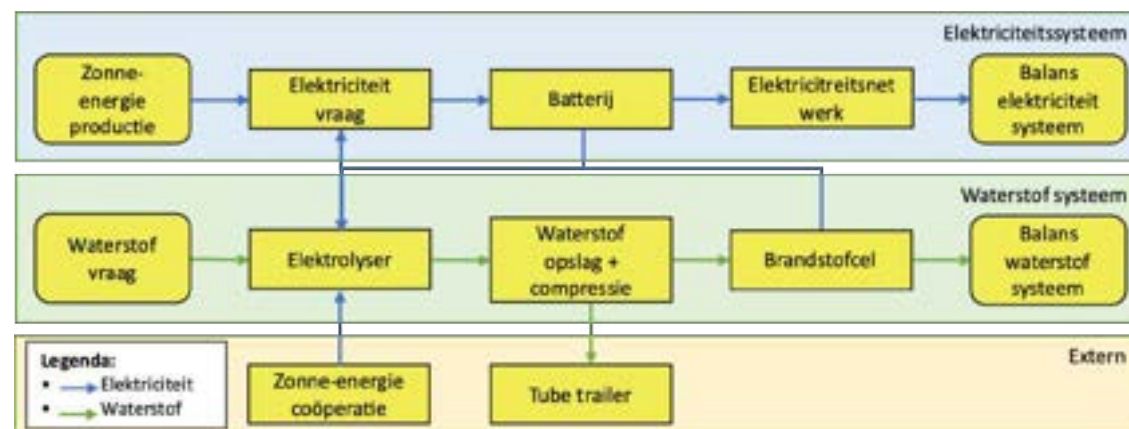
De bestaande energievraag van aardgas en/of diesel van het waterstof producerende modelbedrijf is omgezet naar een waterstofvraag. De waterstofproductie wordt geoptimaliseerd op basis van de vastgestelde waterstofvraag. In het deel scenario waar waterstof wordt ingezet voor de conversie naar elektriciteit functioneert het waterstof systeem als energie buffer en wordt gestuurd op basis van de elektriciteitsvraag.

Systeemoptimalisatie

Voor ieder deel scenario is het systeem geoptimaliseerd zodat de kosten worden geminimaliseerd terwijl de energievraag ten alle tijden wordt voorzien. Op basis van van deze techno-economische verkenning kan worden vastgesteld of waterstof in deze vorm een bijdrage kan leveren in de toename van zonne-energie productie en tegelijkertijd de energievraag verduurzaamd

Carbon voetafdruk:

Om de milieu impact in kaart te brengen is voor iedere deel scenario de carbon voetafdruk vastgesteld. Hierbij wordt de impact van de oplossing bepaald op basis van de te vervangen energiebron



Scenario 4: Techno-economische analyse

De techno-economische optimalisatie geeft de Netto Contante Waarde van de gehele energie investeringen weer over een tijdsduur van 25 jaar. Tevens is de procentuele toe(+)/afname(-) van de NCW per deel scenario weergegeven in de bovenste tabel.

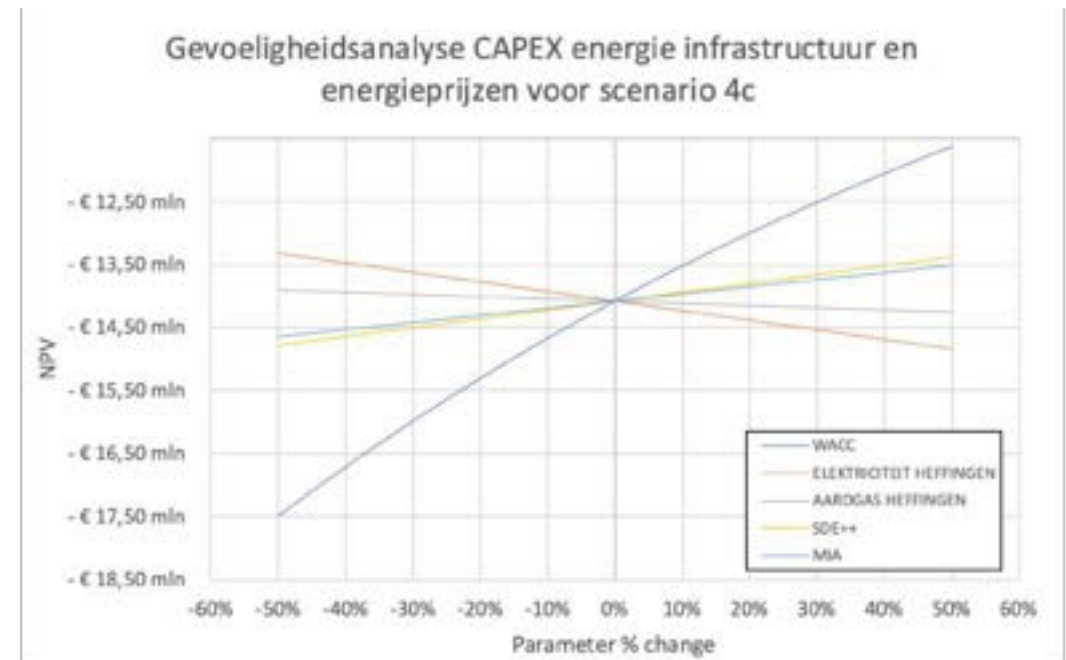
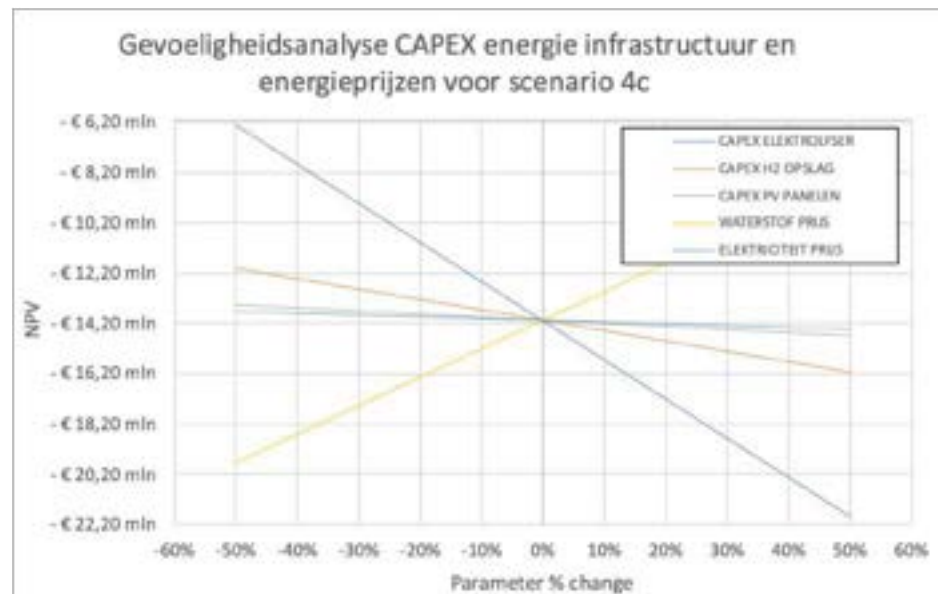
In de onderste tabel zijn de dimensies van de systeem componenten per deel scenario weergegeven.

Scenario	Beschrijving	NCW	Procent
4a	Diesel	-€4,15mln	-82,82%
4b	Elektriciteit	-€4,18ml	-84,14%
4c	Gas	-€14,07mln	-519,82%
4d	Alle type	-€13,89mln	-511,89%

	4a	4b	4c	4d
Photovoltaic panels (kW)	389,88	281,58	1906,08	1971,06
Battery size (kWh)	0	0	0	0
Electrolyser units (kW)	517	0	8309	8702
Compressor (kg/h)	11	0	161	166
H2 Storage (kg)	74	0	6275	5735
Fuel Cell (kW)	0	0	0	0

Scenario 4: Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse geeft inzicht in de impact van prijs- en financiële ontwikkelingen op de economische haalbaarheid van de deel scenario's. Onderstaand is de gevoeligheid van de NCW van scenario 4c weergegeven in verhouding tot de benoemde parameters.

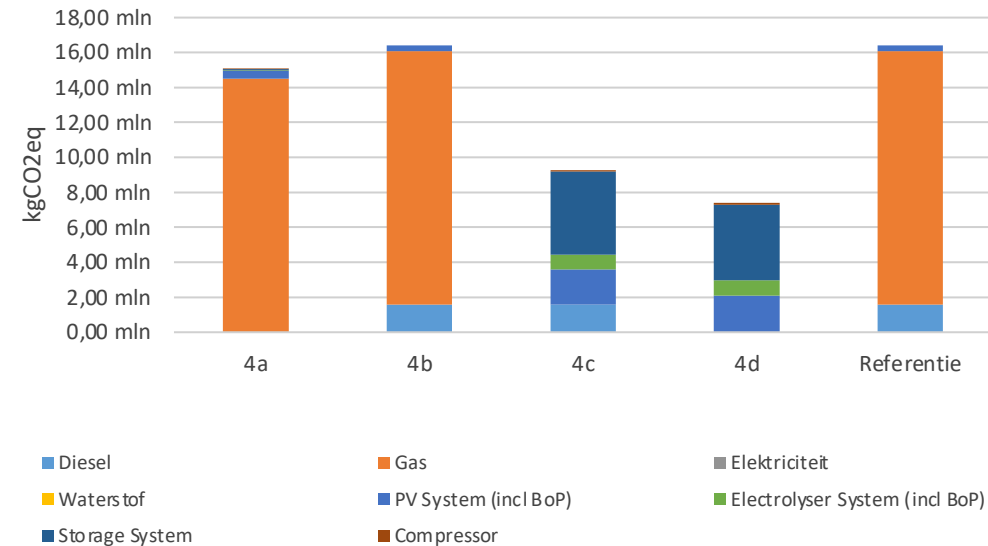


Scenario 4: Carbon voetafdruk

De milieu impact is weergegeven in kilogram CO₂ equivalent (kgCO_{2eq.}) over 25 jaar tijd. Hierin zijn zowel de carbon impact van de primaire energiebronnen meegenomen als de impact van de productie van de systeem componenten.

De grafiek rechts geeft de cumulatieve impact per categorie weer en de tabel rechtsonder geeft de cumulatieve impact van het totale energieverbruik weer. Tevens geeft de tabel de procentuele toe-/afname weer ten opzichte van het referentie scenario.

Carbon Footprint



	tCO _{2eq.}	Toename(-)/afname(-) carbon voetafdruk
4a	15.049	6%
4b	16.392	0%
4c	9.265	44%
4d	7.395	55%
Referentie	16.392	

Scenario 4

Uitkomsten en observaties

Samenvatting:

- De collectieve productie van waterstof uit lokale zonne-energie kan zorgen voor een grote toename in het geïnstalleerd vermogen aan zonne-energie. Door het mogelijk maken van de verkoop van waterstof is de waterstofproductie minder afhankelijk van de lokale energievraag. Hierdoor zie je in de scenario's met een grote energievraag een verbetering van de NCW ten opzichten van de andere scenario's. Echter, in de huidige vorm biedt dit geen uitkomst voor het verkrijgen van een positieve businesscase.
- Het voor dit onderzoek geschreven rekenmodel is een benadering van de werkelijke situatie, echter, het simuleren van een slim energiemanagementsysteem is niet mogelijk. Terwijl dit mogelijk kan leiden tot een hogere loadfactor en dus een efficiëntere inzet van de elektrolyser. Hiermee zou de businesscase verbeterd kunnen worden en het geïnstalleerd zonne-energie vermogen kunnen toenemen.
- Door de lage energievraag in het scenario waar waterstof wordt ingezet als duurzaam alternatief voor diesel, zijn de hoge systeemkosten door de collectieve aanpak negatief doorslaggevend in de business case. Zou er gekeken worden naar de dieselvraag van alle deelnemende bedrijven zou dit beeld echter kunnen verschuiven.
- Waterstof als buffer voor elektriciteit is economisch gezien geen uitkomst en heeft vanwege de inkoop van groen stroom geen directe milieuvoordelen
- De milieuverbetering die teweeg gebracht kan worden door het collectief produceren van waterstof is in dit onderzoek enigszins vertekend. Doordat er alleen gekeken is naar de carbon footprint op het modelbedrijf zelf is de potentiële milieuverbetering door de verkoop van waterstof en de toepassing daarvan niet meegenomen.

Kansen voor waterstof in de bloembollensector Het vervolg

De conclusies samengevat

Is waterstof een geschikt medium om de bloembollensector verder mee te verduurzamen, in het bijzonder waar congestie op het elektriciteitsnet deze ontwikkeling stagneert? Dat is de achterliggende vraag die dit onderzoek tracht te beantwoorden. Elektriciteit direct inzetten zonder conversie stappen zou in veel gevallen de meest efficiënte en duurzamere oplossing zijn. Netuitbreiding zou daarom een logische oplossing zijn om de groei van groene elektriciteit te laten toenemen. Echter, het uitbreiden van de elektriciteitsnetten is een langdurig traject die de ondernemersdrift van de o.a. bloembollenbedrijven in Noord-Holland Noord niet kan bijbenen.

- Naar lokale oplossingen zoeken is dus een noodzakelijk goed om op korte termijn de beschikbare zonne-energie op daken te kunnen benutten.
- Lokale waterstofproductie is een middel om beschikbare energie die nu niet teruggeleverd kan worden toch te benutten. De economische haalbaarheid is echter op dit moment lastig te valideren op kleine schaal.

Diesel

Op welke manier waterstof ingezet wordt is een belangrijk aspect in de validatie van de businesscase van decentrale productie van waterstof. Kijkend naar de bloembollensector zou waterstof een geschikte energiedrager zijn om diesel uit het zadel te lichten. Puur kijkend naar de kosten van energie zou waterstof op korte termijn kunnen concurreren met diesel. De waterstof technologieën voor tractoren, beregenen, opslag en tanken moeten nog een ontwikkelingslag doormaken om direct ingezet te worden als vervanger van conventionele dieselsystemen op het bloembollenbedrijf.

Elektriciteit

Dat waterstof in de toekomst mogelijk een rol kan gaan spelen in het balanceren van het elektriciteitsnet, door het opvangen van de pieken en dalen in elektriciteitsproductie, lijkt een logische weg. Echter, dat waterstof eenzelfde soort rol zou kunnen vervullen op een lokaal individueel bloembollenbedrijf lijkt op dit moment in tijd uitgesloten.

Aardgas

Dat Nederland en daarmee ook de Nederlandse landbouwers afhankelijk zijn van gas is een gegeven. Dat dit ook in de toekomst zo zal zijn is een punt dat hier ter discussie staat. De resultaten van deze studie laten zien dat waterstof economisch gezien niet de potentie heeft om aardgas één op één uit te faseren. Echter, door het verkennende karakter van deze studie is restwarmte uit het elektrolyse proces

niet meegenomen. De inzet van deze vrijgekomen hoge kwaliteit warmte, zeker bij de productie van grotere hoeveelheden waterstof, zou echter interessant zijn voor bijvoorbeeld het droogproces. Warmte buffering zou deze positie verder kunnen versterken. Het warmte terugwinnen tijdens elektrolyse in combinatie met het plaatsen van een WKO of warmtebuffer zou een duurzaam alternatief kunnen bieden voor het vervangen van de huidige aardgasvraag.

Collectieve waterstof opwekken

Binnen deze studie is de individuele productie van waterstof sterk afhankelijk van de eigen vraag naar waterstof en het maximaal te installeren zonne-energie. Gecombineerd met de hoge investeringsvereisten leidt dit in de meeste gevallen tot een negatieve businesscase. In het collectieve scenario, ondanks de ogenschijnlijk hoge kosten in deze studie, liet het model zien dat bij de productie van waterstof met een groot geïnstalleerd vermogen van de elektrolyser en zonne-energie de businesscase sterk verbetert en productie van grotere hoeveelheden waterstof mogelijk maakt. Daarbij zorgt het tegelijkertijd voor een hogere penetratie van decentrale zonne-energie.

Carbon emissies

De Nederlandse landbouwsector waar de bloembollenbedrijven deel van uitmaken staat momenteel onder druk om te verduurzamen en de uitstoot van onder andere stikstof en CO₂ terug te dringen. Kijkend naar de CO₂ emissies kan er geconcludeerd worden dat waterstof een grote rol kan spelen in het reduceren van de carbon footprint van de bloembollensector. Door waterstof uit groene stroom te produceren kan een groot deel van de emissies teruggedrongen worden.

Noodzaak van een waterstof ecosysteem

Zowel op het gebied van de economische haalbaarheid als die van de carbon footprint komt het belang van een waterstof ecosysteem naar voren. Echter, doordat er geen bestaand ecosysteem is waar een kweker/broeier op kan berusten zal iedere onderneming de totale keteninvestering individueel moeten zetten. Denk hierbij aan de kapitaalinvestering voor productie, "distributie", opslag, en afgifte. Dit zorgt voor een hoog vereiste kapitaalinvestering en hoge secundaire CO₂-emissies (de emissies die gepaard gaan met de bouw en ontwikkeling van het waterstofsysteem). Dit stipt het belang van een regionaal ontwikkelingsaanpak en een waterstofeconomie aan, zodat decentrale initiatieven worden ondersteunt.

Het vervolg:

De toekomstige rol van waterstof in de verduurzaming van de bloembollensector

Dat er voor waterstof een rol is weg gelegd in het energiesysteem van de toekomst is zeker. Hoe die rol er exact uit zal gaan zien is zich in een versnellend tempo aan het uitkristalliseren. De ontwikkelingen van een robuuste waterstofmarkt is bepalend voor de snelheid waarmee waterstof haar intrede zal maken in de bloembollensector. Op basis van de conclusies en uitkomsten van deze studie is het geadviseerd om in te zetten op de ontwikkeling van waterstof pilotprojecten in de bloembollensector. Dit als opstap naar een breed ingezette energietransitie in de agro-sector, waarbij het ook kansen creëert om de bredere welvaart te versterken. Dit kan bereikt worden als er op transparante wijze ingezet wordt op de ketenontwikkeling van waterstof waarin alle stakeholders worden meegenomen en samenwerken. Dit vereist inzet van de triple helix, overheid, industrie en kennisinstellingen. De kansen die gezien worden voor de verduurzaming van de bloembollensector met waterstof vertalen zich naar drie advieslijnen. Hierin dienen de kansen voor iedere advieslijn in meer detail uitgewerkt te worden in een businesscase als opstap naar een proeftuin waterstof.

Mobiliteit en beregening

- Decentrale waterstofproductie met mobiliteits- en irrigatie toepassingen wordt gezien als een veelbelovende richting waar de inzet van waterstof een waardevolle rol kan spelen. Echter, de technologie van mobiliteitstoepassingen zoals tractoren en beregeningshaspels zal nog doorontwikkeld moeten worden om de kostprijs omlaag te krijgen. Daarnaast is het belangrijk dat de tankinfrastructuur doorontwikkeld wordt om een praktische en betaalbare inpassing op het bloembollenbedrijf mogelijk te maken.
- Bouw een sterke coalitie om gezamenlijk de ontwikkeling van één of meerdere pilotprojecten op te starten. Hiermee kan de gehele keten zich ontwikkelen en ervaring opdoen om een stap te maken richting een robuuste keten.
- Hierin staat het uitwerken van een gedegen businesscase die zowel de individuele als gezamenlijke doelstelling dekt centraal.

Waterstof en warmte

- Door een synergie te vormen tussen het waterstofsysteem en een WKO of warmtebuffer kan de vrijgekomen hoge kwaliteit warmte nuttig aangewend worden. Dit zou mogelijk een doorslaggevende rol kunnen spelen in het sluiten van de businesscase rond decentrale waterstofproductie met thermische toepassing. Om deze potentie beter in kaart te brengen is het geadviseerd om de businesscase rondom dit vraagstuk met de daarbij behorende stakeholder in detail uit te werken. Toegespitst op de praktijktoepassing.
- De vervolgstap zou zijn om met het gevormde consortium een eerste pilot of demonstratieproject op te zetten om aan te tonen dat het in de praktijk zowel technisch als economisch haalbaar is.

Collectieve opwek

- Door de heersende netcongestie kunnen veel bloembolbedrijven niet bijdragen aan de klimaatdoelstelling doormiddel van de productie van zonne-energie. Collectieve opwek van waterstof heeft de potentie om de groei van zonne-energie door te zetten in het Nederlandse achterland en tegelijkertijd het druk op het netwerk te verminderen. Hoe groot deze bijdrage is en wat dit zou kunnen betekenen voor een collectief aan bloembolbedrijven zou verder in kaart gebracht moeten worden.
- Stel een consortium samen van belanghebbende om dit vraagstuk in detail uiteen te zetten. Bepaal hoe op een efficiënte manier het net ingezet kan worden om de hernieuwbare elektriciteit productie te maximaliseren met inzet van waterstofproductie en wat hier de economische haalbaarheid van is.