



HAALBAARHEIDSONDERZOEK AGRI PV NOORD-HOLLAND

Eindrapport

December 2025

INLEIDING EN VRAAGSTELLING.....3

DOELSTELLING.....3

PROJECTFASEN EN RESULTATEN.....4

1. RESULTATEN PER PILOT5

PILOT 1 – ZON OP KAS IN WEST-FRIESLAND.....5

PILOT 2 – ZON BOVEN PEREN 7

PILOT 3 – ZON IN AKKERBOUW – WIERINGERMEERPOLDER..... 10

PILOT 4 – PROEFTUIN VELDOPSTELLINGEN PARK 21 HAARLEM.....13

2. SAMENWERKING EN BUSTOUR..... 14

SAMENWERKINGSOVEREENKOMST LIVING LAB AGRI-PV NOORD HOLLAND..... 144

BUSTOUR..... 15

BIJLAGE 1 – ZON IN KAS (DIRKSHORN) 16

BIJLAGE 2 – ZON BOVEN FRUIT (HEM) 20

BIJLAGE 3 – ZON EN AKKERBOUW (WIERINGERMEER) 26

BIJLAGE 4 – PROGRAMMA BUSTOUR..... 35

BIJLAGE 5 – SAMENWERKINGSOVEREENKOMST 36

Inleiding en vraagstelling

De energietransitie in Nederland is hard onderweg, waarbij de vraag naar duurzame energie toeneemt. Deze ontwikkeling legt een aanzienlijke druk op de ruimtelijke ordening, in het bijzonder in een provincie als Noord-Holland, waar de fysieke ruimte schaars en competitief is. Om optimaal gebruik te maken van deze beperkte ruimte, is het noodzakelijk te streven naar een multifunctionele inzet van het landelijk gebied. In de provinciale milieuverordening (zonneladder) van Noord-Holland is 'Agri-PV' een van de uitzonderingen op het verbod op plaatsing van zonnepanelen in landelijk gebied. In dit kader is het van belang uit te werken wat 'Agri-PV' dan precies is en hoe het agrarisch grondgebruik kan worden geïntegreerd met het opwekken van zonne-energie. Specifiek richt dit onderzoek zich op de synergie tussen voedselproductie en zonne-energiesystemen (zon-PV), om daarmee in de praktijk zowel agrarische als energetische doelen op een duurzame wijze te verenigen.

In een eerder [onderzoek](#) in 2024 hebben land- en tuinbouw organisatie Noord (LTO Noord) en Milieu en Natuurfederatie Noord-Holland (MNH) in opdracht van de Provincie Noord-Holland een eerste verkenning gedaan naar het combineren van zonne-energie met agrarische activiteiten. Hieruit kwam naar voren dat daarvoor bij diverse agrarische bedrijven interesse is. Na deze conclusie hebben MNH en LTO Noord gezamenlijk potentiële (proef)projecten geïdentificeerd waarin diverse vormen van meervoudig agrarisch landgebruik kunnen worden toegepast. Het resultaat was een longlist met projecten met interesse om mee te doen als proefproject. Voor vier pilot projecten is gedetailleerder onderzoek gedaan naar de haalbaarheid voor Agri-PV op deze vier specifieke bedrijven. Deze bedrijven verschillen onderling van elkaar voor wat betreft type teelt, voor alle vier geldt dat de toepassing van Agri-PV kansrijk is om op te schalen.

Het doel van dit onderzoek was om de haalbaarheid van de vier pilots samen met de agrarische ondernemers verder uit te werken. Hierin werd samengewerkt met de Universiteit van Wageningen (WUR). De WUR heeft per pilot de uitgangspunten voor een proefopstelling uitgewerkt, waardoor daarna gericht onderzoek kan plaatsvinden naar de effecten op de teelt. Ook heeft de WUR een schatting gemaakt van de kosten voor zowel het onderzoek als de daadwerkelijke realisatie van de proefopstelling.

Doelstelling

Het doel van dit project was om voor vier projecten de eerste stappen van de haalbaarheid verder uit te werken. In het onderzoek in 2024 is de financiële en sociale haalbaarheid van de percelen al op hoofdlijnen verkend. Hieruit is gekomen dat in theorie alle vier de pilots de potentie hebben om gerealiseerd te worden. Het huidige project heeft als doel om toe te werken naar realisatie én de businesscase van de combinatie zon en teelt in de praktijk te onderzoeken. De vier projecten zullen nauw worden begeleid door de projectleiders van MNH, LTO Noord en de onderzoekers van de WUR.

Projectfasen en resultaten

In het projectvoorstel hebben we de volgende resultaten beloofd:

1. Overzicht benodigde vergunningen
2. Inzicht in politiek en bestuurlijk draagvlak in de pilot gemeenten
3. Inzicht in mogelijkheden voor lokaal eigendom
4. Technische uitgangspunten
5. Onderzoeksuitgangspunten
6. Wijze van financiering en business case.
7. Bustour langs inspirerende voorbeelden
8. Samenwerkingsovereenkomst (consortium)

In de uitwerking hebben we de deelresultaten 1 t/m 6 uitgewerkt per pilot door de haalbaarheid van de verschillende pilots te onderzoeken op drie aspecten:

1. *Organisatorisch*

- Overzicht benodigde vergunningen
- Inzicht in politiek en bestuurlijk draagvlak in de pilot gemeenten
- Inzicht in mogelijkheden voor lokaal eigendom

2. *Technisch*

- Technische uitgangspunten van de pilots

Terwijl een deel van deze uitgangspunten door LTO Noord en MNH geanalyseerd kan worden, zal een groot deel van deze verantwoordelijkheid op de schouders van de WUR onderzoeken komen te vallen.

- Onderzoek uitgangspunten van de pilots

Grotendeels te onderzoeken door de WUR: zij bepalen wat ze willen onderzoeken, waardoor de uitgangspunten van het onderzoek ook door hun wordt bepaald.

3. *Financieel*

- Wijze van financiering en Business case

De deelresultaten 'bustour' (7) en consortium/samenwerkingsovereenkomst (8) zijn 'pilot overstijgend'. In dit rapport beschrijven we in *Hoofdstuk 1* de deelresultaten 1 t/m 6 per pilot. In *hoofdstuk 2* beschrijven we de gezamenlijke bustour en consortium/samenwerkingsovereenkomst.

In de bijlagen zijn opgenomen:

- Uitwerking van de onderzoeksuitgangspunten per pilot van de WUR
- het programma van de bustour
- de samenwerkingsovereenkomst van het consortium 'living lab Agri-PV Noord-Holland'.

1. Resultaten per pilot

PILOT 1 – ZON IN KAS – DIRKSHORN, SCHAGEN

Deze pilot betreft een ondernemer die in zijn kas in Dirkshorn knolbegonia's teelt. De knolbegonia's zijn in de eerste fasen gevoelig voor (te veel) licht, en hebben baat bij een schaduwrijke kas. Om deze schaduw te creëren hangen er schaduwdoeken in de kas. De ondernemer heeft de wens om het elektriciteit- en gasgebruik omlaag te brengen o.a. door zelf meer stroom op te wekken met zonnepanelen en de stroom om te zetten in warmte. De bedrijfsvoering heeft veel warmte nodig, wat een relatief hoog gasverbruik betekent. De ondernemer wil daarom graag onderzoeken of met zonnepanelen de benodigde schaduw kan worden gecreëerd en tegelijkertijd de stroomproductie op het bedrijf kan worden verhoogd om daarmee zelf warmte te produceren. In de uitwerking van de WUR (bijlage 1) worden hiervoor twee mogelijkheden uitgewerkt om het verduisteringsdoek te vervangen door een opvouwbaar scherm met zonnecellen.

De opgewekte stroom zal vervolgens deels omgezet worden naar warmte. De proefopstelling zal worden geplaatst in de bestaande kas. De ervaringen die hiermee worden opgedaan worden meegenomen en geïntegreerd in de nieuwbouwplannen voor de bij te bouwen kas.

Om de proefopstelling te realiseren in de praktijk hebben we de eerste stappen van de haalbaarheid uitgewerkt (organisatorisch, technisch en financieel).

1. Organisatorisch

a. Overzicht benodigde vergunningen

De bedrijfslocatie in Dirkshorn valt binnen het RES zoekgebied. Voor deze pilot is dat echter niet zo relevant. 'Zon op/in kas' is een vorm van Agri-PV en wordt gezien als een manier van 'dubbel ruimte gebruik'. Het gaat om een installatie groter van 15 kWp, en levert daarmee een bijdrage aan het halen van de RES doelen.



De resultaten van de proefopstelling in de bestaande kas zullen worden gebruikt voor het technisch ontwerp van de nieuw te bouwen kas. Voor deze nieuw te bouwen kas is een omgevingsvergunning nodig van de gemeente Schagen. Uit een gesprek met de gemeente Schagen is gebleken dat voor het installeren van het uitvouwbare PV-scherf in de bestaande kas *geen* vergunning nodig is.

b. Politiek en bestuurlijk draagvlak

De gemeente Schagen volgt de ontwikkeling met interesse, en zou de kennis die wordt opgedaan ook graag delen met andere ondernemers in de gemeente. Het combineren en integreren van zonnepanelen in de kas is een ontwikkeling die de gemeente zowel ambtelijk als bestuurlijk ondersteunt.

c. Lokaal eigendom.

Deze pilot lijkt niet geschikt om de burens of de bredere omgeving in mee te nemen in vormen van 'lokaal eigendom'. De installatie wordt geplaatst binnen het kasdek en bovendien wordt alle stroom die met de zonnepanelen wordt opgewekt, gebruikt voor de eigen bedrijfsvoering en daarmee 100% eigendom van de ondernemer.

2. Technisch

a. Capaciteit van de electriciteitsaansluiting

De huidige capaciteit van de elektriciteitsaansluiting van het bedrijf is een belangrijke randvoorwaarde om te kunnen bepalen hoeveel panelen er geplaatst kunnen worden. De huidige elektriciteitsaansluiting van dit bedrijf is 3x250 A deze heeft een leveringsvermogen van 172.5 kW. In de kas zullen opvouwbare schermen toegepast worden met een vermogen van 30 kWp, wat goed binnen de aansluiting past. Omdat deze in de kas hangen, vangen zij minder licht dan een zonnepaneel dat buiten is geplaatst, en zijn daardoor iets minder efficiënt. Er zullen schermen met verschillende transparantie getest worden. In bijlage 1 is de technische uitwerking en de onderzoeksopzet van de WUR opgenomen, deze proefopstelling past binnen de capaciteit van de huidige aansluiting.

b. Teruglevering aan het net.

Vanwege het hoge eigen verbruik van warmte en elektriciteit gedurende dag zal alle stroom die wordt opgewekt met het uitvouwbare pv-scherm direct worden gebruikt (gelijktijdig gebruik). Uit het onderzoek van de WUR lijkt dat teruglevering aan het net voor deze pilot niet nodig is. Liander geeft aan dat teruglevering voor een grootverbruikaansluiting (groter dan 3x80A) op dit moment niet mogelijk is. De ondernemer heeft aan 3 x 250A aansluiting en zal dus niet kunnen terug leveren aan het net. Omdat alle 'zonnenergie' direct wordt verbruikt op het bedrijf is dat geen belemmering.

3. Financieel

De zonnepanelen - uitvouwbaar pv scherm - worden door de ondernemer zelf aangeschaft (balans financiering). Met de proefopstelling wil de ondernemer ervaring op doen met wat de eigen stroomproductie betekent voor het verlagen van de electriciteits- en gasrekening en inzicht krijgen in de groei van de planten om zo de juiste keuze te kunnen maken voor de nieuw te bouwen kas.

PILOT 2 – ZON BOVEN PEREN – HEM, DRECHTERLAND

Deze pilot wordt uitgevoerd in Hem, Noord-Holland. De locatie betreft een perenboomgaard waar de ondernemer zonnepanelen boven de perenbomen wil plaatsen. Tussen de perenbomen staan al verstevigingspalen die de ondernemer wil gebruiken om de zonnepanelen op te monteren. De zonnepanelen moeten de peren bescherming bieden tegen teveel zoninstraling in de zomer en tegen hagelbuien in het voor- en najaar. Aangezien er al zonnepanelen op het dak liggen, zal de opgewekte stroom worden gebruikt voor het opladen van nieuw aan te schaffen materieel.

1. Organisatorisch

a. Overzicht benodigde vergunningen

De locatie in Hem in de gemeente Drechterland valt niet binnen een van de RES zoekgebieden.



Uit een gesprek met een ambtenaar van de gemeente Drechterland is gebleken dat er in de gemeente al een Agri-PV project is in het RES zon zoekgebied ([Kamersloot](#)). De gemeente staat positief ten opzicht van duurzaamheid in het algemeen en Agri-PV in het bijzonder. Ook is er een [amendement](#) aangenomen dat initiatieven buiten de zoekgebieden mogelijk zijn. In de gemeente is er een groot aantal fruitboomgaarden. Het is belangrijk om te benadrukken dat de landbouw component in Agri-PV de hoofdactiviteit blijft. Het verhaal achter de plannen van de ondernemer in Hem is een insteek waar de gemeente achter kan staan; het plaatsen van een constructie met zonnepanelen boven de bomen om de vruchten te beschermen tegen invloeden van sterke zon instraling en hagelbuien (afhankelijk van het seizoen). Voor het plaatsen van de zonnepanelenconstructie moet wel een vergunning worden aangevraagd. Een deel van de constructie (de betonnen palen) is weliswaar teelt-ondersteunend maar de zonnepanelenconstructie bovenop de betonpalen is niet vergunningvrij. De zonnepanelen vallen niet onder de agrarische bestemmingsomschrijving en ze zijn hoger dan 3 meter, dus is een vergunning verplicht.

b. Politiek bestuurlijk draagvlak

Het is belangrijk om bij de vergunningaanvraag duidelijk te maken dat dit een Agri-PV opstelling is en iets anders is dan een regulier 'zon op landbouwgrond' project, omdat de gemeente Drechterland daar terughoudend tegenover staat. Het is daarom goed dat de ondernemer een principe aanvraag opstelt en daarover met de gemeente in gesprek gaat.

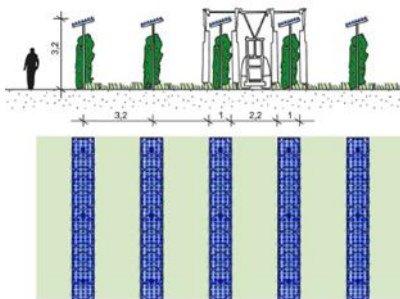
c. Lokaal eigendom

In de toekomst wil de ondernemer mogelijk stroom gaan leveren aan een nieuwbouw wijk in de buurt. In hoeverre dit haalbaar is, is niet uitgevraagd. De schaal waarop het eerst getest wordt, zal ook niet genoeg stroom opleveren om een wijk te voorzien.

2. Technisch

a) Electriciteitsaansluiting

De elektriciteitsaansluiting op het bedrijf is 3x35 A met een leveringsvermogen van 24 kWp. Met de zonnepanelen die de ondernemer al op zijn schuur heeft liggen, wordt het totale vermogen van de aansluiting gebruikt. Nieuwe panelen kunnen alleen worden aangesloten op het net als de aansluiting wordt verzwaaard naar bijvoorbeeld 3x80 A (55 kWp). Hiervoor geldt in deze regio een lange wachttijd. Het doel van de ondernemer is om de stroom achter de meter te gebruiken en niet terug te leveren aan het net, bijvoorbeeld voor het opladen van elektrisch materieel.



De ondernemer heeft zelf een innovatief idee ontwikkeld voor het te bouwen systeem. Een constructie die gebouwd wordt op de betonnen verstevigingspalen die al in de boomgaard staan. De constructie van de panelen bestaat uit bewegende onderdelen zodat deze ingesteld kunnen op de weersomstandigheden (zon, schaduw, hagel). In de verdere uitwerking is het belangrijk om rekening te houden met het effect van het gewicht en de trekkracht van de te plaatsen panelen op het draagvermogen van de betonnen palen die in de boomgaard staan.

Het beweegbare systeem kan door de ondernemer zelf gebouwd worden. De ondernemer heeft deze ambitie, maar heeft er nog geen ervaring mee. De WUR heeft uitgangspunten van de proefopstelling verder uitgewerkt (bijlage 2).

b) Teruglevering aan het net

De ondernemer heeft al panelen op het dak van de schuur liggen. Deze wekken genoeg stroom op voor hun eigen verbruik. De stroom die met de Agri-PV installatie wordt opgewekt kan met de huidige aansluiting niet worden teruggeleverd op het net. De ondernemer wil dit achter de meter oplossen door bijvoorbeeld elektrisch materieel op te laden. De motivatie van de ondernemer is

vooral in om een proefopstelling te maken. Als deze werkt is kan deze worden uitgebreid op het eigen perceel en toegepast worden bij andere fruittelers.

3. *Financieel*

De materialen voor de constructie worden in principe door de ondernemer zelf aangeschaft, eventueel met behulp van een banklening of een ontwikkelaar.

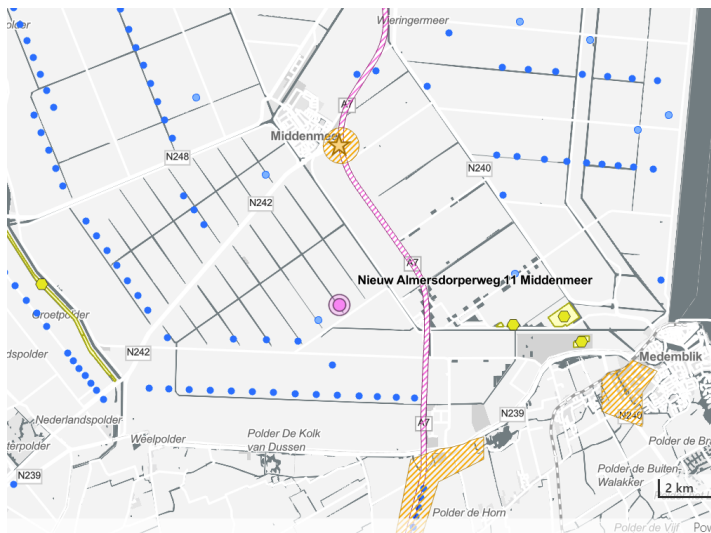
PILOT 3 – ZON IN AKKERBOUW – WIERINGERMEERPOLDER

Deze pilot bevindt zich in de gemeente Hollands Kroon, in Middenmeer. Het betreft een bedrijf met wisselteelt, een perceel bestaande uit ongeveer 70 hectare landbouwgrond. De ondernemer wil hiervan 50 hectare inrichten met Agri-PV. Momenteel teelt de ondernemer suikerbiet, graan, pootaardappelen, broccoli en knoflook. De drijfveer van de agrariër is diverser dan alleen Agri-PV. Zijn doel is om een duurzame toekomst te kunnen bieden aan zijn bedrijfsopvolgers. Het voorkeurscenario van de ondernemer is om het land aan een biologische agrariër uit de omgeving te pachten die de agrarische activiteiten overneemt, zodat het land nog gebruikt kan worden voor de landbouw. Daarnaast hoopt hij een stabiel inkomen te genereren door zonnepanelen op te stellen langs de gewassen, dat voldoende ruimte overlaat voor de landbouwmachines. Ook is de agrariër in het proces van het aanleggen van een agro-forestry proefperceel, een traject dat wordt begeleid door de Natuur en Milieufederatie Noord-Holland. De uiteindelijke wens van de ondernemer is om Agri-PV op grote schaal toe te passen. Voor nu heeft de WUR een onderzoeksvoorstel gemaakt waarbij een proefopstelling is uitgewerkt. Zo wordt er gefaseerd gekeken naar de ruimtelijke inpassing en de impact op het landbouwsysteem en worden de mogelijkheden onderzocht om energieproductie en agrarische activiteiten goed samen te laten gaan.

1. Organisatorisch

a. Overzicht benodigde vergunningen

De locatie ligt niet in een RES zoekgebied zon.



Uit het gesprek met de gemeente Hollands Kroon blijkt dat de gemeenteraad de ambtelijk organisatie opdracht heeft gegeven om alle vormen van zonnepanelen op kassen en zon op landbouwgrond niet toe te staan. De aanleiding van deze opstelling van de gemeenteraad is dat er in de gemeente Hollands Kroon een kas gebruikt wordt voor het opwekken van zonne-energie maar waar geen andere land- of tuinbouw gerelateerde productie plaats heeft. Dit vindt de gemeenteraad onwenselijk: de gemeenteraad wil agrarisch gebruik van landbouwgrond behouden.

Gezien het huidige standpunt van de gemeenteraad van Hollands Kroon is het belangrijk dat de meerwaarde van dit Agri-PV project vanuit het agrarisch landgebruik wordt aangetoond en er een

connectie wordt gemaakt met innovatie en de ambitie van Hollands Kroon om de agrarische hoofdstad van de toekomst te worden. Het verhaal van dit pilotbedrijf in Hollands Kroon kan hierin passen omdat het proefperceel voor Agri-PV (1 hectare) slechts een fractie is van het totale perceel oppervlakte (70 hectare). De hoofdactiviteit van het bedrijf blijft daarmee agrarisch.

Het proces om een vergunning te verkrijgen voor de pilot opstelling ziet er als volgt uit:

- Principeverzoek voor omgevingsvergunning indienen bij de gemeente Hollands Kroon via de website (leges 308 euro);
- De gemeente bespreekt de casus dan op de 'wenselijkheidstafel' en in het 'bouwberaad' en bepaalt of de opstelling vergunningvrij is of vergunningplichtig, plus wat vervolgens de kaders zijn van de verlening.
- Bij vergunningplicht; eerste scan in omgevingsplan/beleid van de gemeente, concept opstellen plus een ontwerp te maken voor landschappelijke inpassing, participatietraject volgen en ontwerp besluit ter inzage.

Het principeverzoek is 'vormvrij'. Dit betekent dat de ondernemer naar eigen inzicht een aanvraag kan indienen, waarin de onderbouwing hierin heel belangrijk is (toekomstgericht, agrarische insteek, innovatie). Aandachtspunt is om in de onderbouwing aan te geven dat de ondernemer al een windturbine op het erf en zonnepanelen op het dak heeft, om te illustreren dat er al duurzame energie wordt opgewekt.

b. Politiek bestuurlijk draagvlak

Bij de gemeenteraad in Hollands Kroon is er geen draagvlak voor zon op land, en zon op landbouwgrond is door de politieke samenstelling van de gemeenteraad vrijwel uitgesloten. De visie van de gemeente is om de agrarische hoofdstad te worden van Nederland. Dat betekent dat de raad openstaat voor innovatieve ontwikkelingen. Het verhaal van de agrariër staat hierbij uiteindelijk centraal – als hieruit blijkt dat de ondernemer profiteert, onafhankelijk blijft en bijdraagt aan een innovatieve agrarische sector in de regio, dan zal de raad wellicht sneller geneigd zijn om open te staan voor dit plan.

c. Lokaal eigendom

De agrariër wil de stroom met de omgeving delen, en is met name aan het kijken naar bedrijven in de omgeving. Daarnaast is zijn motivatie ook om het op een verantwoorde manier te doen: zijn voorkeur heeft om het land te pachten aan een jonge (biologische) boer in de omgeving, die tussen de panelen de agrarische activiteiten kan voortzetten.

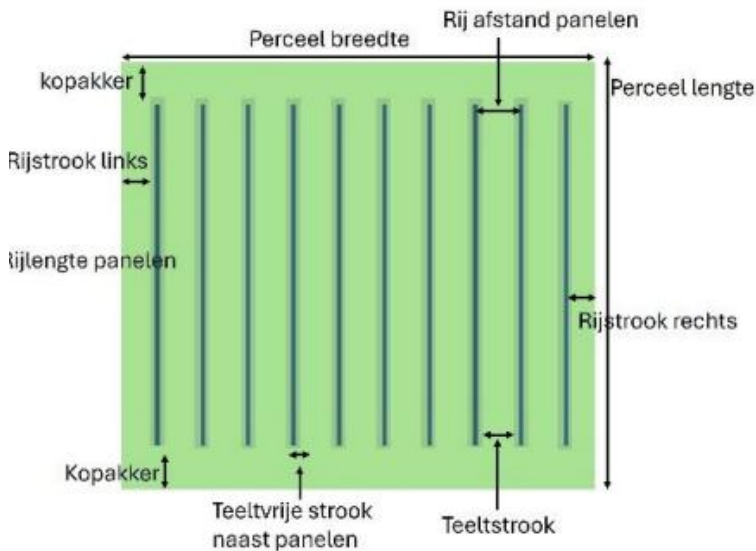
d. Optie overeenkomst grond

De ondernemer heeft een optie overeenkomst gesloten met een ontwikkelaar voor zon op land. De ontwikkelaar liet niet merken dat die nog interesse had om zelf een Agri-PV project uit te voeren, in verband met een verschuiving in bedrijfsvoering van het ontwikkelen van zonneparken naar energieopslag in de vorm van batterijen. De optie overeenkomst loopt in oktober 2025 af, het proces om een eventuele proefopstelling te bouwen kan daarna worden vervolgd door een andere partij.

2. Technisch

Een mogelijke opzet van de proefopstelling zijn rijen panelen met een afstand van 14 meter, met een teeltstrook van 12 meter. De panelen kunnen verticaal geplaatst worden of in de vorm van een horizontaal, zon-volgend (tracking) systeem. De panelen worden bij voorkeur noord-zuid geplaatst.

Voor de panelen moet een veiligheidsstrook gehanteerd worden. Bij verticale panelen is dit minimaal 0.5 meter en voor het tracking systeem is het minimaal 1 meter. Achter elk Agri-PV veld, zal een referentie veld beschikbaar zijn zonder PV installaties. Voor verdere uitwerking, zie de onderzoeks opzet van de WUR (bijlage 3). Dit alles moet uiteindelijk wel getoetst worden aan de kaders die worden gegeven in de handreiking die de provincie aan het maken is.



a) Elektriciteitsaansluiting

Er is al een windturbine op het terrein van de agrariër, waardoor de agrariër al duurzame energie opwekt. In plaats van de windturbine, zal in de toekomst Agri-PV fungeren als de manier waarop duurzame energie wordt opgewekt. Het is de wens van de ondernemer om de windturbine te saneren omdat deze aan het einde van de technische levensduur is, en de aansluiting te gebruiken voor het opwekken van stroom met zonnepanelen – de aansluiting hoeft niet verzwaaard worden.

b) Teruglevering aan het net

Zoals eerder al genoemd, is de wens om de stroom te leveren aan een nabij gelegen bedrijf. Hij heeft al een verzwaaardere aansluiting waarop de stroom geleverd kan worden, zodra de windmolen van het net gehaald is. Het perceel bevindt zich op relatief korte afstand van een onderstation van Liander (< 1km).

3. Financieel

De combinatie van zon en agrarische activiteiten moet een positieve opbrengst hebben voor de agrariër om verder te gaan met het plan. Dat betekent dat de ondernemer zoekt naar een manier waarop de opbrengsten uit het pachten van de grond, de productie van zonne-energie en het agro-forestry proefperceel voldoende zijn om aan zijn financiële randvoorwaarde te voldoen: een duurzame toekomst te kunnen bieden aan zijn bedrijfsopvolgers.

Een andere belangrijke randvoorwaarde die de ondernemer stelt is dat de ondernemer in aanmerking wil (blijven) komen voor de GLB subsidie en de landbouvvrijstelling. Het lijkt erop dat de belastingdienst de grond alleen ziet als agrarische grond zodra er 90% of meer van de landbouwgrond gebruikt wordt voor agrarische activiteiten. Is dat niet het geval, dan verliest het land de landbouvvrijstelling. Dit staat het realiseren van een Agri-PV opstelling in de weg.

PILOT 4 – PROEFTUIN VELDOPSTELLINGEN PARK 21 HAARLEMMERMEER

Deze pilot is in het haalbaarheidsonderzoek blijven steken op de 'organisatorische belemmeringen'. Uit de gesprekken is gebleken dat de gemeente Haarlemmermeer, eigenaar/verpachter van de betreffende grond, geen medewerking wil verlenen aan het pilot-project op deze locatie in Park21. Park21 is een meerjarige ontwikkeling van 1.000 hectare en is aangeduid als 'transformatiegebied'. In het bestemmingsplan en in de plannen van Park21 is aangegeven op welke locatie installaties met zonnepanelen mogelijk ontwikkeld kunnen worden. Gezien de recreatieve aard van Park21, is het voor de gemeente belangrijk dat zonnepaneelinstallaties meerwaarde creëren op het gebied van educatie, recreatie en natuurontwikkeling. Agri-PV past in de doelen van Park21; 'een recreatief landschap met boeren als onderdeel van het park'. Een Agri-PV opstelling zou als een showcase kunnen fungeren met educatieve elementen. De ondernemer die zich had aangemeld voor een proefopstelling van Agri-PV ligt helaas niet in het deel van Park21 dat door de gemeente is aangewezen als potentiële locatie voor Agri-PV.

De gemeente bezit diverse gronden binnen Park21. Deze locaties zijn, in tegenstelling tot de pilot locatie, wel aangewezen als potentiële locatie voor Agri-PV. De gemeente zou het interessant vinden om te onderzoeken of dit ook een proefveld kan zijn als onderdeel van het toekomstige 'living lab Agri-PV Noord Holland'. De gemeente blijft Agri-PV als een mogelijk interessante en innovatieve landbouwworm zien. In het geval dat er een vervolg komt, wil de gemeente de (on)mogelijkheden graag verder onderzoeken. Voorwaarde daarbij is wel dat het 'living lab Agri-PV Noord Holland' bijdraagt aan de visie van Park21.

2. Samenwerking en hoe verder

SAMENWERKINGSOVEREENKOMST LIVING LAB AGRI-PV NOORD HOLLAND

Om de proefopstellingen te kunnen realiseren in de praktijk moeten er nog diverse stappen worden gezet. Pas als de proefopstellingen er straks staan kan het onderzoek naar de impact van de zonnepanelen op de teelt starten. De onderzoeksresultaten zijn van belang voor de ondernemers om over eventuele opschaling te kunnen beslissen. Voor andere ondernemers in de agrarische sector is het ook van belang om toegang te hebben tot de kennis die met deze proefopstellingen wordt opgedaan. MNH, WUR, LTO-Noord en de drie betrokken ondernemers hebben een samenwerkingsovereenkomst gesloten en een subsidieaanvraag ingediend bij het Europees Innovation Partnership voor 'Living lab Agri-PV Noord Holland'. Voorjaar 2026 wordt bekend of subsidie wordt toegekend.

Het doel van het 'Living lab Agri-PV Noord Holland' is om bij de bedrijven langdurig onderzoek te kunnen uitvoeren naar de effecten van de proefopstellingen op de teelt, kennis te delen over de onderzoeksresultaten voor opschaling en het enthousiasmeren van andere ondernemers om ook met Agri-PV aan de slag te gaan. Dit doen we naar voorbeeld van ['living lab agroforestry Noord-Holland'](#).

Het Living lab Agri-PV Noord Holland consortium is er opgericht om Agri-PV verder te professionaliseren en de hectares Agri-PV in Noord-Holland uit te breiden door andere agrarische ondernemers te enthousiasmeren. Voor de financiering van het living lab Agri-PV zijn we op zoek naar fondsen en partners die in de vorm van co-financiering een bijdrage willen leveren. De subsidie aanvraag die we hebben ingediend bij het Europees Innovatie Partnerschap (EIP-subsidie), dekt niet alle kosten die we verwachten te maken.

3. Bustour

BUSTOUR

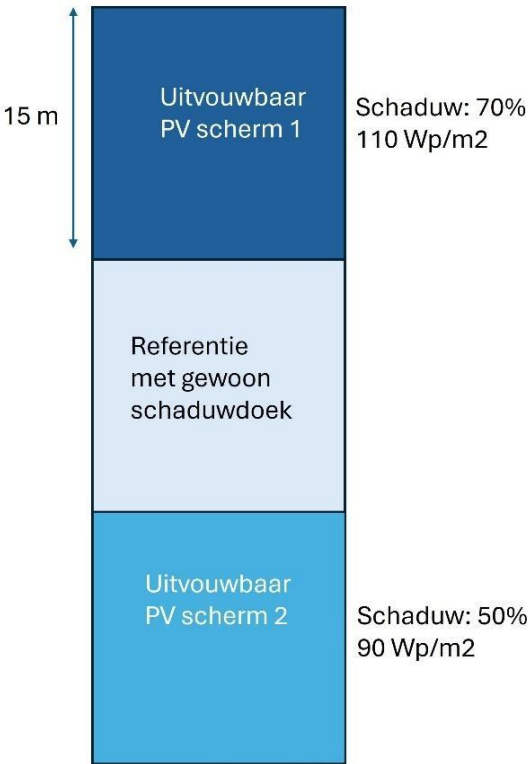
Er is een [bustour](#) georganiseerd waarbij een bezoek naar een bestaande proefopstelling van Agri-PV ([Symbizon](#) van Vattenfall) in de provincie Flevoland plaatsvond (zie afbeelding hier onder). Het doel van de bustour was om ambtenaren, bestuurders, volksvertegenwoordigers en ondernemers te informeren over Agri-PV en daarover met elkaar in gesprek te gaan. Het programma bestond uit een deel informatie overdracht over de pilot bedrijven en de geplande proefopstellingen, de ontwikkelingen in Agri-PV in Nederland en het bezoek aan een proefopstelling van Vattenfall in Almere. Het programma is opgenomen in de bijlage.



BIJLAGE 1 – ONDERZOEKSVOORSTEL WUR EN RENERGIZE CONSULTANCY – ZON IN KAS (DIRKSHORN)

1. Inrichting kas

In de kas van Kolken worden knolbegonia's geteeld. Knolbegonia's hebben weinig direct zonlicht nodig en daarom worden schaduwdoeken en krijt toegepast. De huidige grote teeltkas wordt verbouwd, daarom zal de proef plaatsvinden in de lage, oude kas die daarachter staat. Tijdens het bezoek op 09.05.2025 zijn de mogelijke opties besproken, en is er een voorkeur uitgesproken voor het opvouwbare zonnesherm van Mirai, en/of het plaatsen van zonnepanelen in het kasdek. Omdat de oude kas lager is en t.z.t afgebroken zal worden, kiezen we er in het online overleg van 16.10.2025 voor om alleen opvouwbare schermen op te nemen in de proef (deze kunnen later verplaatst worden naar een ander gedeelte van het bedrijf). Er zullen 2 transparanties getest worden, die afgestemd zijn op gegevens uit de literatuur over begonia's, waarin staat dat 50-65% schaduw wenselijk is.



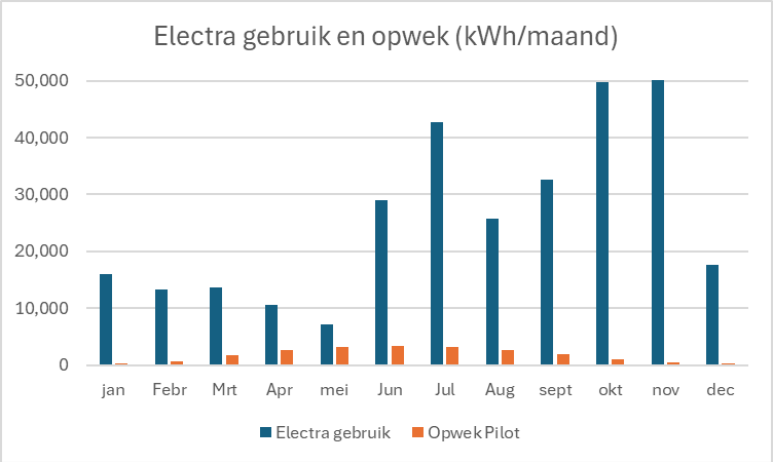
2. Onderzoeksvragen

Het doel van de pilot is om vast te stellen of opvouwbare zonneschermen geschikt zijn voor toepassing in de knolbegonia teelt. Hiervoor wordt bij twee schermen met twee transparanties praktische ervaring opgedaan met de schermen (stroomproductie, hoe werkt het praktisch) en wordt onderzocht of de planten voldoende goed kiemen en groeien in combinatie met de PV schermen, al dan niet in combinatie met een 'gewoon' schaduwdoek, zodat de juiste keuze gemaakt kan worden voor de nieuw te bouwen kas. Op dit moment is hier nog geen ervaring mee. De opvouwbare PV-schermen zijn zo geconfigureerd dat het licht niveau bij de planten redelijk overeenkomt wat er bekend is in de literatuur, maar de praktijk moet nog wel uitwijzen of de groei goed gaat. De groei dient gerelateerd te worden aan het microklimaat onder de opvouwbare zonneschermen (lucht temperatuur, luchtvochtigheid en hoeveelheid licht t.o.v. de referentie, evt. ook schaduwpatroon). De referentie is hierbij het gedeelte van de kas met de standaard wijze van

telen met schaduwdoeken. Verder dient vastgesteld te worden hoe de zonneschermen functioneren, d.w.z. hoeveel stroom ze produceren, en wat de temperatuur van de zonneschermen is.

3. Verwachte stroomproductie, kosten en besparing.

De aanwezige stroomaansluiting is een 3x250 A aansluiting, dit is gelijk aan 172.5 kW. Voor de opvouwbare zonneschermen gaan we uit van 2 type toepassingen: 50% schaduw en 70% schaduw. De schermen met 70% schaduw hebben meer zonnecellen dan die met 50% schaduw, resp. 110 Wp/m2 en 90 Wp/m2. De twee pilots zoals hierboven geschetst hebben dan een vermogen van 16.5 kWp (70% schaduw) en 13.5 kWp (50% schaduw), tezamen dus 30 kWp. Dit past ruim binnen de bestaande aansluiting, zodat verzwaring niet nodig is. Voor dit systeem is de verwachte stroomproductie (bij continu open staan van de PV schermen) in onderstaande figuur weergegeven per maand, evenals het stroomverbruik op de locatie.



Oranje: verwachte stroomproductie van de pilot zonnesystemen. Blauw: stroomverbruik op de locatie, Dirkshorn. Beide in kWh/maand. De totale jaarlijkse stroomproductie met de zonneschermen zal rond de 21.500 kWh zijn, dit is 7% van het jaarlijkse stroomverbruik (308.000 kWh). Voor alle maanden is er minder stroomproductie dan verbruik. Dit betekent dat alle opgewekte stroom direct zelf gebruikt kan worden en er 21.000 kWh stroom minder ingekocht hoeft te worden. Bij een stroomprijs van 11 ct/kWh en een energiebelasting van 3,868 ct/kWh (tarief voor stroomgebruik > 50.000 kWh/jaar) wordt er per kWh 14,868 ct bespaard, oftewel € 3192 per jaar. De verwachte investering is € 15.000 voor de schermen zelf, en rond de € 10.000 voor de ophangsystemen, bekabeling, omvormers en aansluiting op de meterkast. NB: dit moet door de partijen die dat uitvoeren bevestigd worden, getallen zijn richtprijzen! De investering zou dan in 7.8 jaar terugverdiend zijn (rente kosten voor een eventuele lening niet meegerekend).

4. Onderzoeksopzet

De opvouwbare PV zonneschermen zullen een schaduwpatroon genereren, dat anders is t.o.v. het schaduw patroon onder een standaard schaduwdoek. Er dient ervaring opgedaan te worden met de teelt, schaduwpatronen, microklimaat, buitenklimaat/seizoenen en eventuele combinaties van de PV systemen met standaard schaduwdoeken en het open/dicht zijn van de PV schermen.

Start:

- geen krijt op kasdek bij de opvouwbare zonneschermen
- geen extra schaduwdoek bij de opvouwbare zonneschermen

Uit te voeren metingen:

Alle metingen worden gedaan in het referentie vak en in vakken van 5x5 m midden onder de twee opvouwbare zonneschermen.

<i>Planten</i>		
Wat	Hoe	Door wie
Aantal kiemingen	1. Foto's 2. Visueel, tellen kiemingen per m2	1. Student 2. Teler
Groei van de planten	1. Foto's, bepalen percentage blad per m2 2. Visueel, gevoelsmatig groei planten onder panelen versus referentie	1. Student 1. Teler, 1 x per week
Bladkleur, bladontwikkeling	Visueel, vergelijk planten onder panelen versus referentie	Teler, 1 x per week
Bemesting/bewatering	Bijhouden hoeveel er geïrrigeerd wordt	Teler, 1 x per week
Ziektes/aantastingen	Visueel, vergelijk planten onder panelen versus referentie	Teler, 1 x per week
<i>Microklimaat</i>		
Wat	Hoe	Door wie
Luchttemperatuur 1 m boven planten	Continue sensor	Student/onderzoeker uitlezen en relateren aan groei Student/ onderzoeker uitlezen en relateren aan groei WUR Onderzoeker
Luchtvochtigheid 1 m boven de planten	Continue sensor	
Lichtinstraling meten met PAR bars	Met PAR bars	
Boven de planten bij de referenties en bij de PV pilots		
Boven de schaduwdoeken		
Boven de PV schermen		
Buiteninstraling en temperatuur	Lichtinstralingssensor en weerstation buiten	Onderzoeker
Eventueel: Schaduwpatronen berekenen d.m.v. simulaties en deze relateren aan de metingen	Simulatieprogramma	TNO en onderzoeker
<i>Opvouwbare zonne-schermen</i>		
Wat	Hoe	Door wie
Temperatuur van de PV schermen	Meerdere temperatuur sensoren (continue	Analyse door student of onderzoeker

Stroomproductie opvouwbare zonneschermen	sensoren) op verschillende plaatsen in de PV schermen Uitlezen omvormers	Analyse door student of onderzoeker
---	--	--

Na de eerste 7 weken gezamenlijk bekijken of er aanpassingen nodig zijn, zoals;

- Glas boven opvouwbaar PV scherm wel krijgen
- Combinatie PV schermen met een gewoon schermdoek
- Open/dicht periodes van de opvouwbare PV schermen aanpassen

BIJLAGE 2 – ONDERZOEKSVORSTEL WUR EN RENERGIZE CONSULTANCY –ZON BOVEN FRUIT (HEM)

Perenteelt

Huidige bomen (Conference) zijn ongeveer 15 jaar oud en dit jaar verplant op het perceel naast de schuur waar de beoogde pilot met Agri-PV komt. De huidige opbrengst ligt tussen 45 en 50 ton per hectare.

Afstand tussen de bomen in de rij is 1,10-1,20 meter. Afstand tussen de rijen is 3,1-3,2 meter. De afstand tussen de palen is 6,6 meter. De hoogte van de bomen is ruim 2 meter, deze zijn afgetopt om oogsten makkelijker te maken. Gewasbescherming vindt plaats met een twee-rijige recycling tunnelspuit welke over twee rijen perenbomen gaat (foto). Tussen de armen van de spuit en de bovenkant van de bomen is voldoende ruimte voor een paneelrij van 1 meter breedte.

Het perceel ligt in een gebied dat relatief weinig gevoelig is voor vorstschade in het voorjaar of hagelschade in de teeltperiode. Er is daarom geen beregeningsinstallatie aanwezig en er wordt geen gebruik gemaakt van hagelnetten. Zonnepanelen kunnen de impact van vorst en hagel wel beperken, mocht het voorkomen. De telers verwachten een steeds grotere impact van het klimaat, d.w.z. meer warmte, feller zonlicht en meer kans op extreme buien.

Ook is er geen irrigatie/fertigatiesysteem aanwezig. Als het heel droog is wordt er wel overhead gespreid met een waterkanon.



Stroomproductie en -gebruik

Op de schuur liggen momenteel 108 panelen die 25000 kW/jaar leveren, ongeveer evenveel als in het bedrijf zelf gebruikt wordt. Er is sprake geweest dat deze panelen van de schuur af zouden moeten op last van de verzekering, maar dit is van de baan en ze kunnen dus blijven liggen. De vraag is hoeveel stroom direct zelf gebruikt wordt, en hoeveel er aan het net wordt terug geleverd.

Een agrivoltaics pilot geeft stroomproductie, maar er is momenteel geen extra energiebehoefte op het bedrijf. Door de ondernemers wordt wel meerwaarde gezien in opwek van stroom aan het begin en einde van de dag, wat met zonvolgende/beweegbare panelen mogelijk is. Daarnaast zou een elektrische trekker een optie kunnen zijn, momenteel is daar echter geen subsidie voor beschikbaar. De motivatie van de teler ligt in een proeftuinfunctie en onderdeel van een plan worden voor een groter zonnepark.

Levering aan het net van geproduceerde stroom ligt voor de hand om een complete pilot te kunnen draaien. De huidige netaansluiting is een 3x35 A aansluiting, deze heeft een leveringsvermogen van 24 kWp. Met de huidige 108 zonnepanelen op de schuur wordt deze grens eigenlijk al overschreden. Er kunnen alleen panelen bij aangesloten worden indien de aansluiting vergroot wordt naar bijvoorbeeld 3x80 A (55 kWp). Ook moet er dan toestemming zijn van de netbeheerder dat de gegenereerde stroom terug geleverd mag worden. Een zwaardere aansluiting vergt eenmalige verzwaringskosten en jaarlijks hogere netbeheerkosten. Dit moet meegenomen worden in de businesscase, als ook de verwachte hoeveelheid terug levering en eigen gebruik (bv als er wel een elektrische trekker komt). De business case is niet de belangrijkste drijfveer van de ondernemers. Deze ligt meer in het ervaring opdoen met het systeem en kijken of het werkt.

Agrivoltaics systeem

Voor de agrivoltaics pilot zullen nieuwe zonnepanelen gebruikt worden, en zal een beweegbaar (zonvolgend) systeem gebouwd worden met panelen in landscape (een 1 m brede lange rij). De panelen zullen op ongeveer 2.90 m hoogte komen te liggen boven de grond. Bifacial panelen hebben hierbij de voorkeur vanwege efficiëntere stroomproductie, maar voor het testen van het zonvolgende systeem en de impact op de perenteelt is dit geen vereiste. Er worden geen semi-transparante panelen gebruikt, maar standaard 'dichte' panelen (bifacial panelen hebben wel ongeveer 5-10% transparantie wat een pluspunt kan zijn, en bifacial panelen hebben ook dezelfde prijs als standaard panelen). Wanneer het gewas meer licht nodig heeft kan dit gedaan worden door de paneelpositie aan te passen en zo meer licht door te laten.

Aandachts punten:

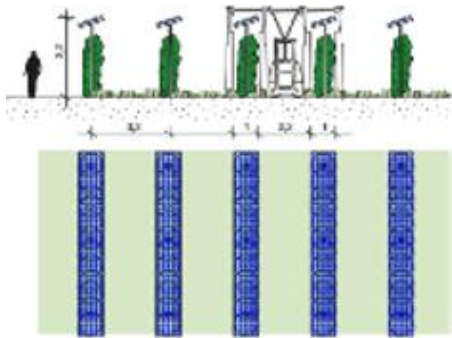
- Bouw systeem: het zonvolgende systeem kan door ondernemers zelf gebouwd worden, ze hebben hiervoor ideeën maar nog geen ervaring ermee. Eerder gaf ondernemer aan wel een voorbeeld te willen maken maar er zelf niet teveel werk aan te willen hebben. Gezocht wordt nog naar andere partijen die informatie kunnen geven over constructie en stevigheid.
- Solar tracking: handmatige aanpassing moet mogelijk zijn als teler ochtendzon wil toelaten voor opdrogen gewas, maar een automatisch systeem lijkt aanbevolen om:

- 1) de zon goed te volgen zodat ook vastgelegd is wat de posities waren (reproductie),
- 2) toepassen van backtracking aan de randen van de dag,
- 3) om de panelen bij teveel wind naar horizontaal te draaien.

Vergunning: communicatie met gemeente over pilot is nodig. MNH overlegt op 24/6, en zal ook kijken of de pilot als teeltondersteunde voorziening vergund en onderzocht kan worden.

De opstelling dient voldoende omvang te hebben om het effect op de perenteelt te kunnen vaststellen. Vijf rijen van 26.4 meter (met paalafstand 6.6 m) levert 12 panelen per rij bij een

paneelgrootte van 2.2 m, d.w.z. 60 panelen in totaal. Dat komt neer op een vermogen van ongeveer 36.000 Wp bij een paneelvermogen van 600 Wp. De aansluiting dient voldoende verzwakt te worden om dit vermogen, plus dat van de huidige panelen op de schuur aan te kunnen. Voor waarnemingen zijn beide buitenste rijen randrijen en kunnen de middelste drie gebruikt worden voor metingen aan opbrengst en andere mogelijke effecten van de panelen zoals bescherming tegen schade door hagel of vorst.



Waarnemingen en sensoren

PV-systeem

- Data loggen per 5 minuten:
- Positie zonnepanelen (helling)
- Stroomproductie
- Paneeltemperatuur op 6 plekken (3 rijen, aan begin van rij en in het midden van een rij)
- Lichtdoorlatendheid systeem en lichtonderschepping perenbomen (meting met parbars: foto) op verschillende representatieve dagen
- Bij dagen met 100% tracking
- Bij afwijkende paneelstanden (tzt te bepalen)



Foto. Meting van licht met parbars onder de panelen/boven het gewas en onder het gewas (frambozen in Babberich).

Perenbomen

In 2025 moet het veld al worden uitgezet met de plekken voor specifieke waarnemingen:

Het agrivoltaïcs gedeelte;

- De referentie, in het verlengde van de rijen van het agrivoltaïcs gedeelte
- Hierbij kiezen voor delen waar geen bomen zijn weggevallen.

Waarnemingen in het netto proefvak: bomen in de middelste drie rijen, ca 3 m vanaf het uiteinde van de paneelrijen. In totaal zijn er 24 bomen per rij, de eerste 3 en laatste 3 niet meenemen: meten aan 18 bomen per rij.

Peeropbrengst in deze pilot wordt per rij bepaald: de middelste 3 rijen.

Peeropbrengst kan ook per boom bepaald worden: dit vraagt meer werk maar geeft wel informatie over variatie in het veldje. Ontwikkeling in de perenteelt is om meer naar individuele bomen te kijken, zoals mate van bloei, en daar gericht op in te spelen met bijvoorbeeld benodigde dunning.

Activiteiten in 2025

Wat	Hoe	Door wie
Uitzetten veld: Agrivoltaïcs en Referentie	Visueel uitkiezen	Teler + WUR onderzoeker
Stamdiameter perenbomen	Methode Randwijk	WUR onderzoeker
Algehele conditie perenbomen	Methode Randwijk (visueel)	WUR onderzoeker
Peeropbrengst per rij. Doel van deze meting is om te bekijken of de referentie en pilot goed vergelijkbaar zijn	Agri-PV: 3 rijen van 18 bomen Referentie: 3 rijen van 18 bomen. Totaal gewicht, en een monster voor bepaling vruchtgewicht en kwaliteit	WUR onderzoeker met paar medewerkers teler (1 dag)

Waarnemingen in 2026 en verder (uitgaande dat in 2026 het systeem gebouwd is)

Wat	Hoe	Door wie
Logboek bijhouden van activiteiten	Boomverzorging (snoei, gewasbescherming etc) naar kennis van teler en eventueel aangepast aan behandeling (referentie of Agri-PV).	Teler

Sensoren plaatsen en uitlezen

Wat	Hoe	Door wie
Weerstation op boomniveau, onder panelen en in referentie	Continu meting van temperatuur en luchtvochtigheid	WUR onderzoeker
Weerstation in open veld	Continu meting van instraling, temperatuur, luchtvochtigheid, neerslag	WUR onderzoeker
Bodemsensoren, onder panelen en in referentie	Continu meting van temperatuur en vocht	WUR onderzoeker
Timelapse camera	Vastleggen gewasontwikkeling	WUR onderzoeker

Lichtinstraling meten, en lichtonderschepping door bomen	PARbars, meting in zomer	WUR onderzoeker
Temperatuur van peren	Infrarood camera, meting in zomer	WUR onderzoeker

Stand perengewas

Nadruk op mogelijke verschillen tussen beide systemen.

Wat	Hoe	Door wie
Begin bloei	Visueel, datum vastleggen	WUR onderzoeker (via camera, of bellen met teler)
Bloeirijkdom	Aantal bloemclusters per boom	WUR onderzoeker
Aantal vruchten na rui	In juni, vormt basis voor beslissing over dunnen of niet	WUR onderzoeker
Vóórkomen ziekten en plagen	Waarneming	Teler (WUR onderzoeker belt regelmatig)
Gewasontwikkeling	Via timelapse camera	WUR onderzoeker
Vorstschade	Bij optreden vorstschade: overleg met WUR onderzoeker. Vergelijking impact bij agrivoltaics en bij referentie.	Teler Teler + WUR onderzoeker
Hagelschade	Bij optreden hagelschade: overleg met WUR onderzoeker. Vergelijking impact bij agrivoltaics en bij referentie.	Teler Teler + WUR onderzoeker
Zonnebrand (risico is laag)	Bij optreden zonnebrand: overleg met WUR onderzoeker. Vergelijking impact bij agrivoltaics en bij referentie.	Teler Teler + WUR onderzoeker
Conditie van de rijpaden	Door het jaar heen foto's maken van geselecteerde plekken	Teler + WUR onderzoeker

Peeropbrengst

Wat	Hoe	Door wie
Oogsttijdstip	Criterium vaststellen voor wanneer geoogst gaat worden	Teler, in overleg met WUR onderzoeker
Opbrengst per rij	Gewicht Via monster: vruchtgewicht	WUR onderzoeker met paar medewerkers teler (1 dag)
Kwaliteit	Grondkleur Hardheid Suikergehalte (brix)	WUR onderzoeker

Zonnepanelen

Wat	Hoe	Door wie
-----	-----	----------

Stroomopbrengst	Uitlezen omvormers	WUR onderzoeker + teler
Paneeltemperatuur	Sensoren	WUR onderzoeker
Positie zonnepanelen	Continu meting sensor	WUR onderzoeker

Nadere specificatie van kosten op basis van benodigde apparatuur en tijd

Dit onderdeel wordt in meer detail uitgewerkt na verdere concretisering van het plan.

Uitgegaan wordt van een pilot met inbreng van WUR-onderzoek waarin reproduceerbaar gemeten wordt aan effecten op gewas en gewasopbrengst en aan stroomopbrengsten. Opbrengsten van perenbomen variëren tussen jaren, en opbrengst van het ene jaar kan effect hebben op de opbrengst van het volgende jaar (beurtjaren). Effecten van de panelen op gewasopbrengst worden daarom over een reeks van jaren gevolgd.

- *Installatie PV systeem*
 - *Panelen:*
 - *Constructie: afhankelijk van constructiebedrijf*
- *Opbrengsten PV systeem:*
 - *Afhankelijk van mogelijkheden teruglevering*
- *Onderzoek:*
 - Sensoren:*
 - *3 weerstations met temperatuur, luchtvochtigheid*
 - *Twee op 1,5 m hoogte in het gewas*
 - *Eén in het vrije veld, met tevens PAR sensor en regenmeter*
 - *Bodemsensoren*
 - *Timelapse camera's*
 - Arbeid: 2025 (voor start) en 3 meetseizoenen (2026 t/m 2028)*
 - *Uitzetten veld*
 - *Meting stamdiameter*
 - *Bepaling conditie perenbomen*
 - *Installatie sensoren*
 - *Lichtmetingen*
 - Temperatuurmetingen*
 - *Contact teler en veldbezoek*
 - *Opbrengstbepaling (jaarlijks)*
 - *Data-analyse (jaarlijks)*
 - *Rapportage (jaarlijks)*

BIJLAGE 3 ONDERZOEKSVORSTEL WUR EN RENERGIZE CONSULTANCY – ZON EN AKKERBOUW (WIERINGERMEER)

[Opzet Akkerbouw Pilot AgriPV 10092025.pdf](#)



Uitwerking opzet akkerbouwpijot Agri-PV.

1. Achtergrond

Het is interessant om te kijken naar de mogelijkheid om zonnepanelen en akkerbouw te combineren op hetzelfde perceel, omdat het akkerbouwareaal in Nederland zeer groot is, en er een grote duurzame energieopgave ligt. Doordat het weer extremer wordt, zouden de zonnepanelen (deels) bescherming kunnen bieden voor de gewassen tussen/onder de panelen.

Er is echter nog weinig praktijkervaring met het combineren van akkerbouw en zonnepanelen, in Nederland staat 1 proefopstelling bij Almere, waar in 2025 de eerste gewassen geoogst worden. De meest logische keuze voor zonnepaneelopstellingen in combinatie met akkerbouw zijn rijen panelen, waarbij de panelen of verticaal (als een schutting) geplaatst worden, of mee kunnen bewegen met de stand van de zon (zogenheten tracking systemen). Figuur 1 laat beide opties zien. Indien er landbouwhandelingen/bewerkingen op het land nodig zijn, kunnen de panelen in de tracking systemen zo veel mogelijk rechtop geplaatst worden.



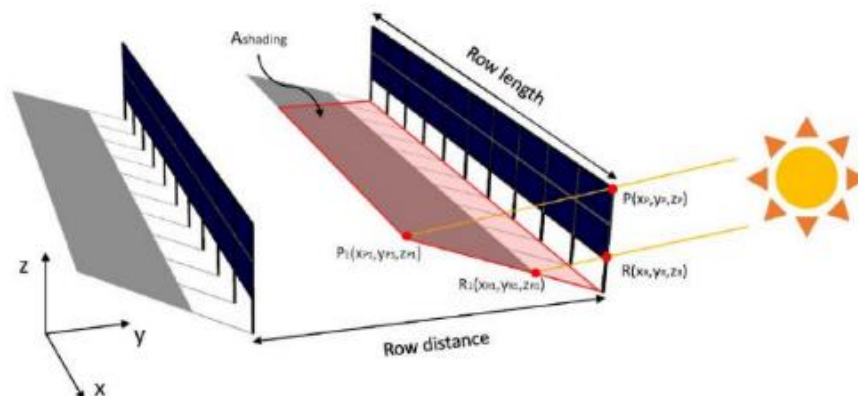
Figuur 1. Links: verticale panelen (foto: WUR) rechts: tracking systemen (foto: Renergize Consultancy)

Zonne-overkappingen, waarbij de panelen op hoogte geplaatst worden, zijn niet realistisch in combinatie met akkerbouw. Dit omdat de panelen dan op minimaal 5 m hoogte geplaatst moeten worden. Zowel vanuit landschappelijk oogpunt is dit vaak niet wenselijk, maar ook kostentechnisch is dit niet aantrekkelijk. Voor de verdere uitwerking richten wij ons op zonnepanelen in rijen. De toe te passen rij-afstand is daarbij de gewenste breedte van de teeltstrook, plus 2 maal de breedte van de teelvrije strook rondom de constructie. Uit veiligheidsoverwegingen moet er een afstand tussen de machines en de constructie zijn, bij verticale panelen kan deze strook wat smaller zijn (0.5 - 1 m) dan bij tracking systemen (1 - 1.5 m).

De uitdagingen bij het combineren van akkerbouw en zonnepanelen zijn:

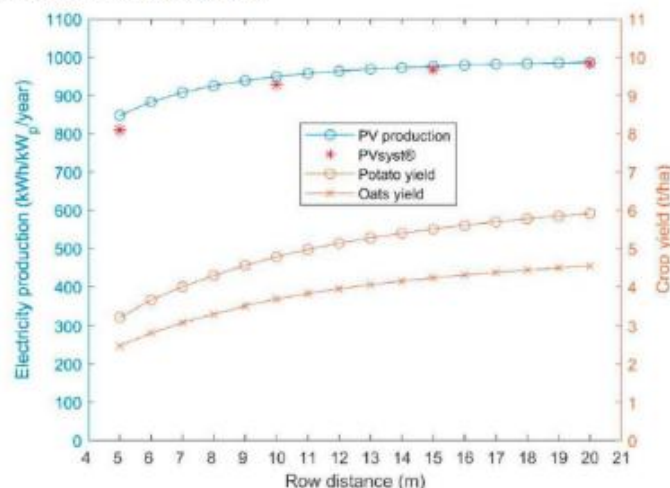
1. Akkerbouwgewassen worden in rotatie geteeld, zo worden op 1 perceel in opeenvolgende jaren bijvoorbeeld aardappelen, suikerbieten, wortelen, uien en tarwe geteeld. Al deze gewassen hebben hun eigen bewerkingen en bijbehorende oogst- en zaaimachines. Deze hebben niet allemaal dezelfde werkbreedte. **De afstand tussen de rijen panelen dient zo gekozen te worden dat alle gewassen goed geteeld kunnen worden met zo weinig mogelijk verlies aan beteelbaar oppervlak.**
2. Naast oogst- en zaaimachines worden ook machines gebruikt voor bemesting, gewasbeschermingsmiddelen en soms ook irrigatie. Ook deze dienen tussen de rijen

- zonnepanelen gebruikt te kunnen worden. Met name voor gewasbeschermingsmiddelen en irrigatie kan dit een uitdaging zijn, een spuitarm kan namelijk 45 m breed zijn.
3. **Het is momenteel nog niet bekend wat de invloed gaat zijn van de schaduw ten gevolge van de zonnepanelen op de gewasoogst.** In het midden van de teeltstroken zullen de gewassen meer zon ontvangen dan dicht bij de panelen (daar is meer schaduw). Dit kan gevolgen hebben, bv graan dat niet overal even rijp is, of dat aardappelen van verschillende groottes geoogst worden. Dit zal in praktijk nog onderzocht moeten worden. Voor verticale panelen zijn er berekeningen uitgevoerd¹, het percentage schaduw hangt af van de rij-afstand (hoe kleiner, hoe meer schaduw in de teeltstrook), zie Figuur 2.



Figuur 2. De hoeveelheid licht en schaduw in de teeltstrook varieert door de dag en hangt af van de rij-afstand van de panelen [1].

Tevens hebben de auteurs berekend wat de impact op de gewasopbrengst kan zijn als functie van de rij-afstand, zie Figuur 3.



Figuur 3. Als functie van de rij-afstand varieert de stroomproductie licht (door zelf-schaduw van het systeem bij lagere rij-afstanden), de gewasproductie varieert sterker. Voor aardappelen is deze bij een rij-afstand van 6 m 35% lager dan bij 20 m rij-afstand [1].

¹ Campana et al, Optimisation of vertically mounted agrivoltaic systems, Journal of Cleaner Production 325, 129091 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129091>

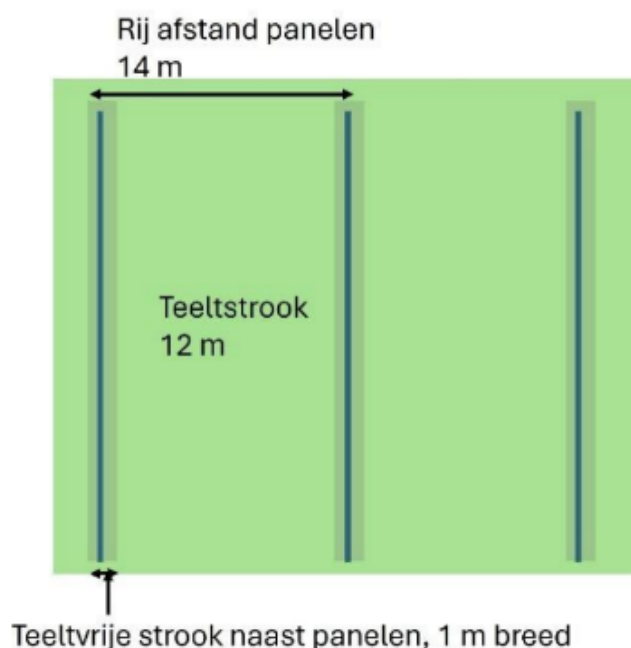
4. **Toegang tot het perceel en verzekeringseisen:** de verzekering eist vaak dat de zonnepanelen niet toegankelijk zijn voor onbevoegden. De agrariër dient echter wel vrij het perceel op te kunnen. De eisen van de verzekering en het regelen van de toegang dienen vooraf besproken en vastgelegd te worden.
5. **Tracking van de panelen:** de agrariër moet de stand van de panelen aan kunnen passen als er handelingen op het land nodig zijn of als de gewassen meer licht nodig hebben. Voor de levering van energie wordt vaak de dag ervoor afgesproken hoeveel er de volgende dag geleverd gaat worden. Het is belangrijk om tot goede werkafspraken te komen tussen de agrariër, projectontwikkelaar en de afnemer van de stroom om onbalans boetes te voorkomen. Hiervoor kan navraag gedaan worden bij Symbizon. Dit is voor verticale panelen niet van toepassing.
6. **Fiscaal/juridisch:** het is van belang een aantal zaken goed afgestemd te hebben met RVO en de belastingdienst, alvorens een agri-PV pilot te plaatsen. Dit zijn:
 - De grond dient bij de vergunning aangemerkt te blijven als agrarische bestemming, en RVO moet bevestigen dat het recht op GLB, mest- en fosfaatrechten behouden blijft (bij een standaard monofunctioneel zonnepark ging de bestemming vaak over van agrarisch naar overig en dan vervallen deze rechten)
 - Met de belastingdienst dient dan vastgesteld te worden of:
 - De landbouwwijziging nog geldt
 - De percelen niet gezien worden als een gestaakt deel van de onderneming (voor stakingswinst is ook de landbouwwijziging van belang)

In dit stuk focussen wij op de ontwerpaspecten uit punten 1 en 2. Punt 3 kan in de pilot onderzocht worden, en punten 4 t/m 6 kunnen voor het plaatsen van een daadwerkelijke pilot verder uitgewerkt en afgekaart worden.

2. Mogelijke opzet agri-PV systeem

Momenteel worden op de percelen suikerbiet, graan, pootaardappelen, broccoli en knoflook geteeld.

Werkbreedtes van oogstmachines voor aardappelen en bieten zijn doorgaans 3 – 3.5 m, een graandorser is vaak rond de 6 m (bredere zijn er momenteel ook). Een werkbreedte (teeltstrook) tussen de panelen van 12 m is dan logisch, dan kan de graandorser 2 keer op en neer, een oogstmachine van 3 m 4 keer en die van 3.5 m 3 keer (met een halve meter teeltverlies). Tussen de teeltstrook en de zonnepanelen wordt een veiligheidsstrook gehanteerd, deze is voor verticale panelen minimaal 0.5 m aan beide zijden en voor tracking systemen minimaal 1 m aan beide zijden, de exacte breedte dient vastgesteld te worden op basis van het uiteindelijke ontwerp van het zonnestelsel en de verwachte machine hoogtes en breedtes. Van bovenaf gezien, is er dan de volgende indeling:



Figuur 4. Indeling teeltstroken en zonnepanelen, van bovenaf gezien. De teeltvrije strook naast de zonnepanelen kan in praktijk smaller of breder gekozen worden (afgestemd op de te gebruiken machines).

Randvoorwaarden machines:

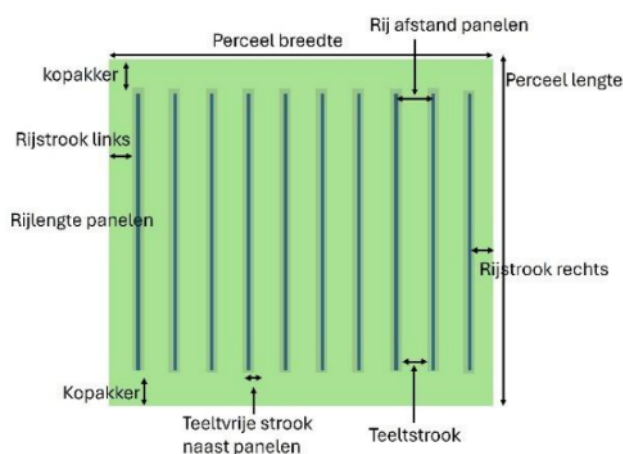
- De rooiers dienen bij voorkeur bunkerrooiers te zijn en op de kopakker geleegd te worden. Dit omdat bij gebruik van een trekker+kieper naast de oogstmachine de teeltstrook stuk gereden kan worden.
- Voor toepassing van gewasbeschermingsmiddelen dient een kleine spuit van 12 m gebruikt te worden
- Irrigatie slangen of haspels dienen ook op de 12 m afgestemd te zijn.

3. Financiële Aspecten

De eigenaar van de grond wil deze verpachten aan een andere agrariër, die gewassen gaat telen, en aan een projectontwikkelaar die het agri-PV systeem gaat plaatsen en exploiteren. De mogelijke pachtprizen zijn hieronder berekend op basis van de verwachte impact op de teelt, en jaarproductie elektriciteit t.o.v. een conventioneel zonnepark.

3.1 Impact teelt en agrarische pacht

Door de aanwezigheid van de zonneconstructie en de teeltvrije strook langs deze constructie, zal er een verlies aan beteelbaar oppervlak zijn. Bij een teeltstrook van 12 m en een teeltstrook van 2 m (1 m aan beide zijden), is dat 14.3%. We gaan er hierbij van uit dat rijstroken aan de zijkanten van de akker en kopakkers even groot zijn als bij reguliere teelt en niet leiden tot verder verlies aan beteelbaar oppervlak, zie Figuur 5 voor een overzicht op perceel niveau.



Figuur 5. Overzicht indeling perceel, en factoren die het verlies aan beteelbaar oppervlak bepalen. Rijstroken links en rechts, alsmede kopakkers zijn ook bij teelt zonder zonnepanelen aanwezig. Het verlies aan beteelbaar oppervlak wordt dan bepaald door de verhouding tussen 2 keer de breedte van de teeltvrije strook en de teeltstrook.

Bij een verlies aan beteelbaar oppervlak van 14.3% gaat het saldo voor de teler relatief meer dan dit percentage achteruit. Dit komt omdat er een aantal kosten zijn die meeschalen met het beteelbaar oppervlak (zoals zaai- en pootgoed, bemesting en gewasbeschermingsmiddelen), maar er ook kosten zijn die toenemen, zoals diesel gebruik als er vaker op en neer gereden moet worden met een kleinere spuit. Het saldo/ha zal dan rond de 20% lager uitvallen. Eventuele impact van schaduw op de gewasgroei is hierin **NIET** meegenomen, omdat dit nog niet bekend is. Figuur 3 kan wel als leidraad genomen worden.

Het is logisch deze afname in saldo door te berekenen in de pachtprijs die per ha overeengekomen wordt met de agrariër die de grond gaat pachten.

De jaarlijkse pachtprizen zijn vastgelegd bij RVO², deze is voor 2025 € 763 / ha voor Westelijk Holland. Het verlies aan beteelbaar oppervlak en de verwachte opbrengstverliezen zullen in de gevraagde pachtprijs verrekend moeten worden.

² <https://www.rvo.nl/onderwerpen/pachten-en-pachtovereenkomsten/berekenen-prijs-los-land>

3.2 Verwachte lease aan projectontwikkelaar

Omdat de paneeldichtheid lager is dan bij een standaard zonnepark, zal het bedrag dat een projectontwikkelaar aan grondhuur betaalt, ook lager liggen. Dit is afhankelijk van de gekozen rij-afstand en paneeldichtheid, een redelijk bedrag zal tussen de € 3.500 / ha en € 5.000 / ha liggen voor het Agri-PV systeem.

Uit gesprekken met agrariërs en projectontwikkelaars moet vastgesteld worden of zij de grond willen pachten voor deze prijzen en daarmee nog een sluitende business case op kunnen stellen.

4. Onderzoeksopzet

Randvoorwaarden

Voor plaatsing dient duidelijkheid te zijn over de punten 4 t/m 6 (pagina 2).

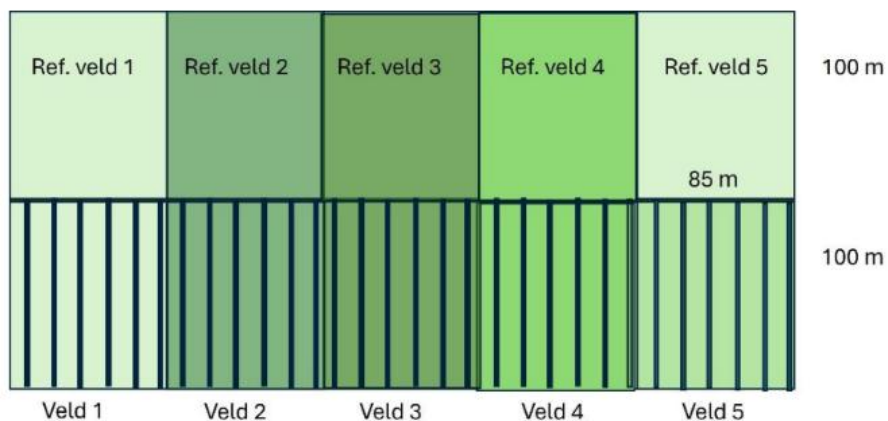
Doel

Het is vooral belangrijk kennis op te bouwen over de groei van verschillende gewassen in combinatie met de zonnesystemen, en hoe de wisselwerking tussen de zonnepanelen en de teelt goed vormgegeven kan worden (bv andere oogstmomenten). Direct naast het veld met het zonnesysteem, dient een referentieveld op vergelijkbare grond te zijn waar dezelfde gewassen geteeld gaan worden, met dezelfde machines en teeltwijze.

Grootte en locatie Pilot

Grootte van de pilot: I.v.m de rotatiecultuur van akkerbouwgewassen, stellen wij voor om het zonneveld in te delen in 4 of 5 onderzoeksvelden, waar de gewenste gewassen (bv de huidige suikerbiet, graan, pootaardappelen, broccoli en knoflook, maar andere keuzes zijn ook mogelijk) geteeld gaan worden. In opvolgende jaren kunnen de gewassen dan roteren over de 4 of 5 proefvelden. Op deze wijze kan met alle gewassen meerjarige teeltveraring opgedaan worden.

Ieder onderzoeksveld dient uit minimaal 6 rijen van 100 m te bestaan. In de schets hieronder gaan we uit van een rij-afstand van 14 m, van te voren dient vastgesteld te worden wat de exacte breedte van de strook langs de panelen dient te zijn o.b.v. de te gebruiken machines.



Hiervoor kan de beste locatie op het perceel gezocht worden, zie situatieschets hieronder. De paneelrijen worden wel bij voorkeur noord-zuid geplaatst. Indien het ook gewenst is om een andere rij-afstand te testen, dan kan het indelingsplan hierboven herhaald worden met een andere rij-afstand.



Meetplan:

Alle metingen worden gedaan op het referentie veld en in de veld met de zonnepanelen.

Van te voren wordt een rotatieschema opgesteld, plus hoe de oogst gesorteerd wordt.

Gewassen

Wat	Hoe	Door wie
Groei van de gewassen, met name ook op verschillende posities in de teeltstrook.	1. Foto's, bepalen percentage blad per m2 en hoogte gewas 2. Meten gewasopbrengst bij de verschillende locaties, en sortering op kwaliteit (bv aardappelgrootte)	1. Student/onderzoeker 2. Teler en onderzoekers

Bemesting/bewatering	Bijhouden hoeveel er geïrrigeerd wordt	Teler, bij irrigatie
Ziektes/aantastingen	Visueel, vergelijk gewassen onder/tussen panelen versus referentie	Teler, 1 x per maand

Microklimaat en bodem

Wat	Hoe	Door wie
Luchttemperatuur 1 m boven gewassen, onder panelen en op referentie veld	Continue sensor	Student/onderzoeker uitlezen en relateren aan groei
Luchtvochtigheid 1 m boven de gewassen, onder panelen en op referentie veld	Continue sensor	Student/onderzoeker uitlezen en relateren aan groei
Lichtinstraling meten met PAR bars - Boven de gewassen bij de referenties en bij de PV panelen	Met PAR bars, als functie van positie in de teeltstrook	WUR Onderzoeker
Buiteninstraling en temperatuur	Lichtinstralingssensor en weerstation buiten	onderzoeker
Bodemtemperatuur en bodemvochtigheid, onder panelen en op referentie veld	Continue sensor	Student/onderzoeker uitlezen en relateren aan groei
Eventueel: Schaduwpatronen berekenen d.m.v. simulaties en deze relateren aan de metingen	Simulatie programma	TNO en onderzoeker

PV systeem

Wat	Hoe	Door wie
Temperatuur van de PV panelen	Meerdere temperatuur sensoren (continue sensoren) op verschillende plaatsen in het agri-PV veld	Analyse door student of onderzoeker
Stroomproductie PV	Uitlezen omvormers	Analyse door student of onderzoeker
Vervuiling van de panelen (door agrarische handelingen kan er meer stof, plantenresten of bestrijdingsmiddelen op de panelen komen)	Visueel: camera beelden en IR camera Linken aan stroomproductie	Analyse door student of onderzoeker

Belangrijk is om te volgen of de gewassen voldoende goed groeien, en dit te relateren aan de hoeveelheid licht en bodemparameters.

BIJLAGE 4 – PROGRAMMA BUSTOUR

Programma Agri-PV 3 Oktober

09:30 – 10:00 Inloop bij de Ikea in Haarlem

10:00 – 11:00 Busrit naar Het Paviljoen

11:00 – 11:40 Presentatie Universiteit van Wageningen
over recente ontwikkelingen Agri-PV in Nederland en
Noord-Holland

11:40 – 12:20 Lunch

12:30 – 12:45 Busrit naar Symbizon

12:45 – 14:00 Rondleiding en uitleg Agri-PV

14:00 – 15:00 Terugreizen naar de Ikea in Haarlem

BIJLAGE 5 – SAMENWERKINGSOVEREENKOMST



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Samenwerkingsovereenkomst Samenwerken aan innovatie (EIP) provincies 2025 *Voor interventies onder het GLB 23-27*

De samenwerkingsovereenkomst is een verplichte bijlage voor aanvragen die door een samenwerkingsverband worden gedaan. Dit geldt voor regelingen die vallen onder het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) 23-27. Alle deelnemers kennen de inhoud en ondertekenen deze overeenkomst.

De penvoerder is één van de deelnemers in het samenwerkingsverband, bijvoorbeeld de projectleider. De penvoerder vraagt subsidie aan namens het samenwerkingsverband. Elke deelnemer machtigt de penvoerder door de samenwerkingsovereenkomst te ondertekenen.

Zo zorgt de penvoerder voor het:

- onderhouden van contact met RVO namens het samenwerkingsverband;
- doen van de subsidie-, deelbetaling- en vaststellingsaanvraag;
- doorgeven van wijzigingen; en
- goed informeren van de deelnemers van het samenwerkingsverband.

De penvoerder ontvangt het subsidiebedrag. De penvoerder is verantwoordelijk voor het verdelen van het subsidiebedrag over de deelnemers.

De bewijslast van de uren en kosten ligt wel bij de individuele deelnemers. De penvoerder verzamelt deze informatie en levert dit aan bij RVO.

Naam penvoerder

Natuur en Milieufederatie Noord-Holland

Naam project

Living lab Agri-PV Noord-Holland

1. Aanvragers samenwerkingsovereenkomst

Beschrijf alle betrokken deelnemers (bedrijven, organisaties en/of instellingen) in het samenwerkingsverband.

In de provincie Zeeland bestaat het samenwerkingsverband uit minimaal 2 deelnemers. Ten minste één van de deelnemers is landbouwer. In Noord-Holland bestaat het samenwerkingsverband uit minimaal 4 deelnemers. Ten minste één van de deelnemers is landbouwer. Een andere deelnemer is bijvoorbeeld een landbouworganisatie of een onderwijs- of kennisinstelling.

- 1.1 Vermeld de naam en rechtsvorm van alle betrokken deelnemers (bedrijven, organisaties en/of instellingen) in het samenwerkingsverband. Bijvoorbeeld een eenmanszaak, maatschap of besloten vennootschap (BV).

De deelnemers zijn:

Naam deelnemer	Rechtsvorm
Natuur en Milieufederatie Noord-Holland	Vereniging
Stichting Wageningen Research, onderzoeksinstituut Wageningen Plant Research	Stichting
D&W Vriend	B.V.
A.F. Kolken & Zn	Vof

Natuur en Milieufederatie Noord-Holland

Kleine Tocht 4A
1507 CB Zaandam

mnh@mnh.nl
www.mnh.nl

075-6351598

NL0047.93.638.B.01
KvK 40634265

