

Agrovoltaic 2.0



Datum: 15-07-2020

Uitgebracht aan: Trio Investment B.V.
Burak Kartal en Ron Plat
Wassenaarseweg 20
2596 CH, DEN HAAG

Opgesteld door: LTO Noord
Postbus 240
8000 AE ZWOLLE

Contactpersoon: Wouter Veefkind
E-mailadres: wveefkind@projectenltonoord.nl

Inhoud

1. Inleiding.....	3
2. Agrovoltaiic systemen.....	4
2.1 Unique selling points en ontwerp	4
3. Energetische opbrengst zonnepanelen	6
4. Gewasgroei onder het Agrovoltaiic systeem	7
4.1 Voorgaande proeven met gewasgroei en zonnepanelen	7
4.2 Bodemgegevens omgeving Middenmeer.....	8
4.3 Analyse geschikte grassoorten	9
4.3.1 Kropaar.....	9
4.3.2 Rietzwenkgras	9
4.3.3 Voederwaarde	9
4.3.4 Opbrengst en kostprijs	10
4.4 Analyse geschikte eiwitgewassen.....	11
4.4.1 Luzerne.....	11
4.4.2 Wintertarwe	11
4.4.3 Zomergerst.....	11
4.4.4 Grasklaver.....	11
4.4.5 Sorghum.....	12
5. Veehouderij en Agrovoltaiic Systemen.....	13
5.1 Dierenwelzijn en diergezondheid	13
5.2 Risico's	13
6. Businesscase.....	14
7. Ruimtelijk beleid en regelgeving	16
7.1 Weidegang	16
7.2 Gewasrotatie en bouwplan	16
7.3 Ruimtelijk kader	16
7.3.1 Omgevingsvisie Hollands Kroon	18
7.3.2 Behoud van de fiscale agrarische bestemming	18
7.3.3 Toeslagen en Rechten.....	18
8. Advies.....	20
Bronnenlijst.....	22
Bijlage 1. Ontwerpschets Agrovoltaiic systeem	24
Bijlage 2. Analyse grassoorten	25

1. Inleiding

Trio Investment heeft momenteel de mogelijkheid om een tweetal agrarische percelen (bouwland en grasland) te gebruiken voor het opwekken van zonne-energie. In toenemende mate worden kostbare landbouwgronden omgezet voor energieproductie, met het idee de biodiversiteit te versterken. Tussen de rijen panelen is vaak nog veel ruimte en bestaan er kansen voor dubbel ruimtegebruik, wat echter veelal nog minimaal wordt benut. Trio Investment ziet mogelijkheden en ruimte om deze dubbelfuncties verder te ontwikkelen tot bankable concept.

In verschillende gebieden vermindert tevens maatschappelijk draagvlak voor het verlenen van een vergunning voor een conventioneel zonnepark. Agrarische ondernemers zien kansen om een beter hectaresaldo te behalen in combinatie met zonnepanelen. De omgeving hecht echter veel waarde aan een open en groen landschap.

LTO Noord herkent zich in de visie van Trio Investment hoe om te gaan met kostbare landbouwgronden. Om in de toekomst voldoende landbouwgronden te kunnen benutten voor gewasgroei is maximale integratie van landbouw, natuur en energieproductie van groot belang. Tevens bevestigt het onderzoek van Fraunhofer Instituut dat in droge jaren gewassen behoefte hebben aan schaduw. Voor melkgevende dieren is eerder ook vastgesteld dat enige schaduw de diergezondheid kan verbeteren.

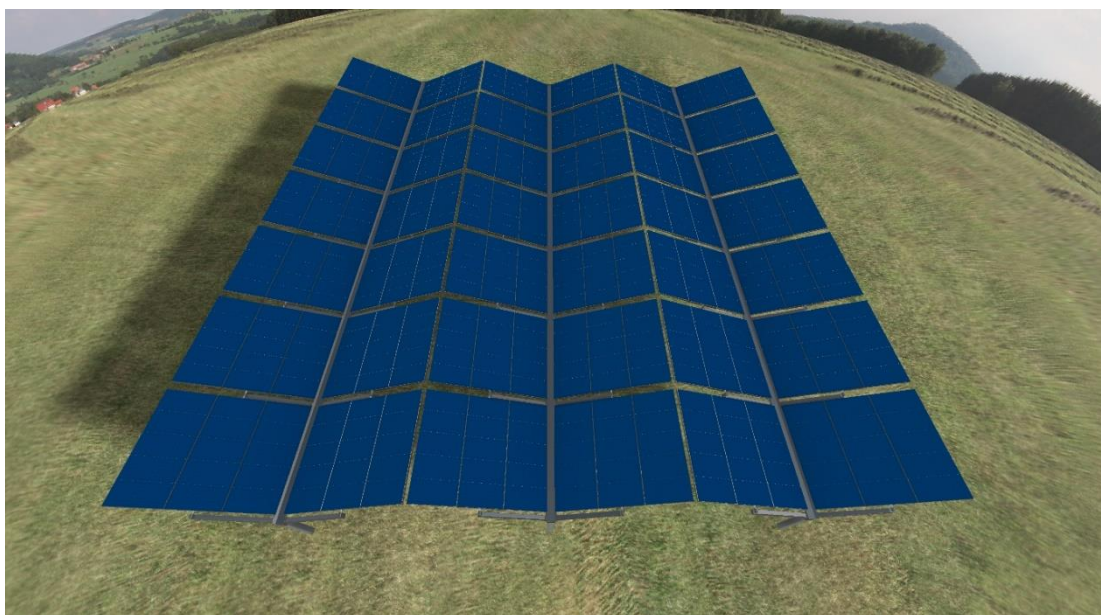
Deze rapportage omvat een korte ontwerpstudie waarin de synergie tussen energieproductie, natuur en landbouw is beschreven voor de Nederlandse situatie. Het gaat hier dus niet om een diepgaand onderzoek, maar om het aanbieden van oplossings- en denkrichtingen voor het optimaal integreren van zonnepanelen op land binnen de bedrijfsvoering op basis van kennis ervaring in de landbouwsector, beschikbare groeigegevens en geldende wet- en regelgeving. Het ontwerp is erop gericht om het landbouwsysteem robuuster te maken doordat er een vast rendement gerealiseerd wordt o.b.v. de zonne-energieopbrengst. Er zullen voor grasland en akkers aanbevelingen worden gedaan voor gewaskeuze o.b.v. schaduwtolerantie. Ook worden de relevante beleidskaders uiteengezet voor respectievelijk grasland en bouwland i.c.m. zonnepanelen. Er is vervolgens een grove inschatting te maken van de te verwachten opbrengst per hectare van gewas en energie.

2. Agrovoltaic systemen

De opmars van groene energie is van groot belang om de klimaatdoelstellingen te behalen. Er is echter steeds meer weerstand tegen plaatsing van grote conventionele zonneparken in het open landschap. Agrovoltaic systemen, waarbij energie opwek en landbouw met elkaar gecombineerd worden, lijken een oplossing te bieden. Wereldwijd is nog maar weinig onderzoek gedaan naar de verschillende mogelijkheden van deze relatief nieuwe techniek. Bekende studies zijn die van het Fraunhofer Instituut, en een aantal studies uit Frankrijk en Italië (Dupraz et al., 2011; Valle et al., 2017; Majumdar & Pasqualetti, 2018). Uit deze eerdere wetenschappelijke onderzoeken wordt vaak geconcludeerd dat de gecombineerde opbrengst hoger is, maar de individuele gewasopbrengst en energieopwekking lager. Verder onderzoek is nodig om te bepalen wat de werkelijke opbrengstverliezen zijn, als die er zijn. Het is niet met zekerheid te zeggen dat er opbrengstverliezen optreden doordat die per gewas maar ook per klimaatype of bodemtype sterk kunnen verschillen.

2.1 Unique selling points en ontwerp

Voor gewasgroei is de juiste balans tussen standplaatscondities van belang. Wanneer deze bijvoorbeeld door lange periodes zonder neerslag uit balans geraken heeft dit een effect op de gewasopbrengst. Binnen de landbouw kan een Agrovoltaic systeem een positief effect hebben op deze standplaatscondities door klimaatverzachtende omstandigheden te creëren. Binnen de Nederlandse setting zijn een aantal voordelen van een Agrovoltaic systeem te benoemen, maar deze hangen samen met een hoop factoren, mitsen en maren. We spitsen ons dan ook toe op de situatie in Middenmeer. Binnen deze casus staat het melkveebedrijf centraal. De boer merkt daarbij op dat de koeien vaak niet naar buiten willen bij warme temperaturen, maar ook wanneer het juist te nat of te winderig is. Het installeren van een 'afdak' in de wei kan hier een uitkomst bieden. In figuur 1 en 2 hieronder is een ontwerpschets van een Agrovoltaic systeem weergegeven. Gekozen is er voor een opstelling van rijen palen met uitgeklapte armen met zonnepanelen. Wat er volgens de regels beperkend werkt voor de melkveehouder wordt later uitgewerkt in deze rapportage en is niet in lijn met deze schets.



Figuur 1: bovenaanzicht Agrovoltaic systeem



Figuur 2: Onderaanzicht Agrovoltaic systeem (voor een grotere afbeelding zie bijlage 1)

Wat betreft het ontwerp hebben we gekozen voor een trechterconstructie. Hierin is het vouwmechanisme nog niet getekend. De armen zijn op 2 m van de grond bevestigd zodat er voldoende ruimte voor de koeien overblijft om onder de constructie door te lopen. De armlengte met panelen is variabel. Deze tekening willen we delen binnen deze rapportage om het concept te voorzien van draagvlak, in selectieve groepen. In de komende hoofdstukken is uitgewerkt welke functies (gewasgroei, weidegang) er zijn te combineren met een Agrovoltaic Systeem. Er wordt voor een aantal configuraties doorgerekend wat de opbrengsten zijn en welke configuratie binnen de huidige GLB regel toestaan is om de betalingsrechten en mestplaatsingsruimte in stand te houden. Afhankelijk van de configuratie van het Agrovoltaic systeem kan wateropvang een aanvullende functie zijn wanneer er een groter oppervlak wordt 'vol gezet'. Waar een afdak van zonnepanelen er primair al voor zorgt dat er minder instraling op het gewas is en daarmee minder verdamping optreedt kan er bij heftige regenbuien ook water worden opgevangen. Er zijn mogelijkheden om ondergrondse tanks toe te passen in configuraties met een hogere bedekking aan panelen en een diepere grondwaterstand. In de gemeente Middenmeer is dit echter gezien het waterpeil minder logisch (diepste grondwaterstand ligt niet ver onder 120 cm onder maaiveld, zie ook figuur 3 in hoofdstuk 4).

Wat betreft beweiding lijkt het Agrovoltaic systeem voordelen te kunnen bieden. Als het gras in april zo'n tien centimeter lang is, en de grond niet te nat, kun je gaan weiden. In de loop van het weideseizoen kan het voorkomen dat door hitte/droogte of juist overvloedige regen de koeien weer opgesteld moeten worden. Hittestress is bij koeien namelijk eerder aan de orde dan bij mensen. Vanaf 17-18 graden Celsius beïnvloedt de temperatuur de droge-stofopname al op een negatieve manier en daarmee het succes van de volgende lactatie. Het afdak van zonnepanelen kan daarmee, mits niet laag, een goede bescherming vormen tegen de hitte. Hiermee ontstaat er meer ruimte in de tijd om de norm van minimaal 120 dagen weidegang te halen. Het inpassen van de weidegang kan door de combinatie met het Agrovoltaic systeem dus vereenvoudigd worden. Dit kan voor elk type melkveehouder (groot of klein, melkstal of robot) voordelen opleveren. Voor de Nederlandse situatie zullen de opbrengsten zeker lager zijn dan in landen met een langer groeiseizoen en soepelere mestwetgeving. In deze rapportage worden een aantal studies aangehaald over de integratie van landbouw en elektriciteitsopwekking en wordt een inschatting gemaakt van de opbrengsten daarvan en uitgewerkt in een casus specifiek advies (hoofdstuk 8).

3. Energetische opbrengst zonnepanelen

Er zijn vele typen zonnepanelen als het gaat om energieopbrengst, toepasbaarheid en aankoopkosten. Voor de uitwerking van het Agrovoltac-systeem is het van belang dat de zonnepanelen een schaduwwerking hebben t.b.v. de koeien in de wei en dat de configuratie van de opstelling dusdanig is dat er nog gewasgroei kan plaatsvinden onder de panelen. Dit in ogenschouw nemend zijn de energieopbrengsten berekend per hectare voor twee typen zonnepanelen. Beide typen hebben een standaardgrootte van 1,66 m², waarbij de conventionele panelen met 320 Wattpiek (Wp) een hogere opbrengst hebben dan de semi-transparante panelen, die zo'n 170 Wp per paneel kunnen opwekken. De verminderde opbrengst in zonne-energie komt echter wel de gewasopbrengst ten goede bij een hoge bedekking met zonnepanelen. De combinatie van het opwekken van energie en het beweiden onder de zonnepanelen brengt nieuwe mogelijkheden. In dit hoofdstuk wordt de in potentie maximale productie zonne-energie per hectare per jaar berekend in verschillende configuraties van het Agrovoltac systeem. Hierbij staan de rijen met palen waar de zonnepanelen op gemonteerd zijn 15 meter uit elkaar zodat er gemaaid of geoogst kan worden met een regulier landbouwvoertuig. Vervolgens is doorgeredend hoeveel energie er opgewekt kan worden met verschillende armlengtes van de opstelling met zonnepanelen. De energieopbrengst is vanzelfsprekend het hoogst bij een maximale bedekking van de weide, die in een Oost West oriëntatie tussen de 1.3 en 1.4 GWh per hectare per jaar oplevert voor de conventionele panelen met een vermogen van 320Wp per paneel. Wanneer de armlengte een meter wordt verkort moet er rekening gehouden worden met zo'n 0.2 GWh per hectare aan verminderde energieopbrengst.

Aangezien het binnen deze casus om het gestapelde gebruik van de grond gaat (weide t.b.v. melkvee en energieopwekking) zou bij een hoge bedekking met zonnepanelen het van belang zijn dat er nog licht kan instralen onder de panelen. Hiervoor is er in tabel 2 dan ook een berekening toegevoegd waarin semi-transparante panelen van 170 Wp zijn gebruikt. Hierover kunnen we kort zeggen dat de opbrengst in zonne-energie beduidend minder is en waar bovendien de aankoopkosten vele malen hoger zijn. Belangrijk voor het de configuratie van het Agrovoltac systeem is de wet- en regelgeving binnen Nederland. In hoofdstuk 7 wordt hier verder op in gegaan, maar er kan worden uitgegaan van een maximaal toegestane bedekking met panelen van 10% per hectare om niet in de knel te komen met de mestregelgeving en toeslagrechten. 10% bedekking komt overeen met 1000 vierkante meter, wat neerkomt op zo'n 600 panelen per hectare (1000 m²/1.66 m²). Dit houdt dus in dat er 1 rij palen geplaatst kan worden met een armlengte van 5 meter en er een minimale opbrengst gegenereerd kan worden van 156 MWh tot maximaal 164 MWh.

Tabel 1: Opbrengst per hectare Conventionele panelen (320 Wp) - OostWest oriëntatie

Maximale lengte van de armen met panelen	Aantal rijen palen met zonnepanelen	Aantal panelen mogelijk / ha	Minimale energie-opbrengst in kWh	Maximale energie-opbrengst in kWh
7	6	5100	1327346	1395228
6	6	4350	1132148	1190048
5	6	3600	936950	984867
5	1	600	156158	164144

Tabel 2: Opbrengst per hectare Transparante panelen (45% licht doorlatend a 170 Wp) - OostWest oriëntatie

Maximale hoogte ingeklapte panelen	Aantal rijen palen met zonnepanelen	Aantal panelen mogelijk / ha	Minimale energie-opbrengst in kWh	Maximale energie-opbrengst in kWh
7	6	5100	705153	741215
6	6	4350	601454	632213
5	6	3600	497755	523211
5	1	600	82959	87202

4. Gewasgroei onder het Agrovoltaic systeem

4.1 Voorgaande proeven met gewasgroei en zonnepanelen

Het Fraunhofer Instituut heeft meerdere onderzoeken uitgevoerd in de combinatie van voedselproductie en energie-opwek. Een van de onderzoeken is uitgevoerd in 2018 naast Lake Constance in Duitsland. In het experiment zijn de zonnepanelen vijf meter boven de grond geplaatst met een lage dichtheid zodat het land een dubbeldoel heeft met een combinatie van energieopwekking en het telen van gewassen. De gewassen zijn geteeld op een bodem die bestaat uit luvisol, podzol, gleysol en cambisol. Deze bodems zijn een mix van vruchtbare gronden met een duidelijke ontwikkelde klei-inspoelingshorizont, humusrijke toplaag, een hoge grondwaterspiegel of een bodem in een beginstadium van bodemvorming.

Het experiment laat een veelbelovende uitkomst zien van een absolute opbrengst van 160%. De gewassen lijken te profiteren van de schaduw die wordt gevormd door de zonnepanelen. De grond die zich in schaduw van de zonnepanelen bevindt, heeft een hogere vochtigheidsgraad vergeleken met de grond die volledig wordt blootgesteld aan de zon. Hierdoor zijn de gewassen in staat om droge omstandigheden te verdragen. Daarnaast hebben de gewassen minder water nodig wat ook de waterefficiëntie verhoogd. Ondanks een hogere absolute opbrengst zijn zowel de opbrengsten in elektriciteit als gewas minder per ha ten opzichte van geconcentreerde, niet-geïntegreerde zonneparken. Voor grasklaver was de gewasopbrengst 5,3% minder dan het referentieveld. Voor aardappelen, tarwe en knolselderij waren de opbrengstverliezen iets hoger met 18-19%, waarbij aardappelen het meeste baat lijken te hebben bij minder zonlicht (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 2017).

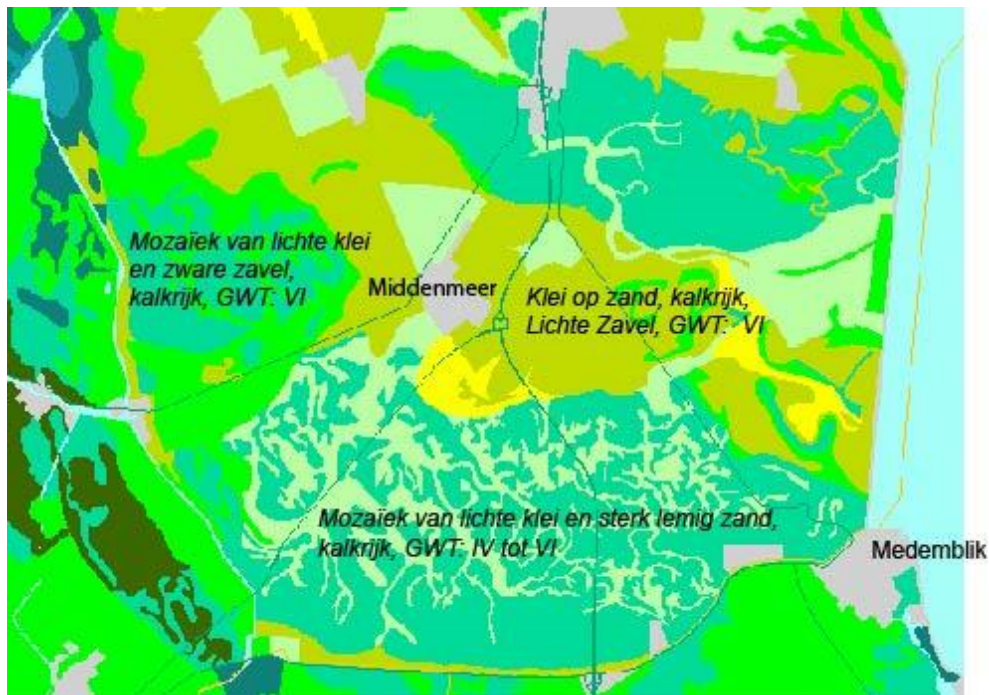
Dat sommige gewassen profiteren van de gecreëerde schaduw, wordt ook bevestigd in het onderzoek 'Remarkable agrovoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency' uitgevoerd door Oregon State's College of Agricultural Sciences. In dit experiment is een stuk grasland op kleigrond volledig bedekt met zonnepanelen, gedeeltelijk bedekt met zonnepanelen of volledig open. De grassen die onder de panelen groeien zijn: gerst, struisgras, vossestaart, rietzwenkgras, dravik, struisriet, vederdistel en kropaar. Het stuk grasland dat volledig bedekt is met zonnepanelen laat een hogere opbrengst zien t.o.v. de gedeeltelijk bedekte weide of de volledig open weide. De bodem onder de panelen heeft een hogere vochtigheidsgraad dan de grond die rechtstreeks aan de zon blootgesteld wordt. De hogere vochtigheidsgraad heeft ervoor gezorgd dat de gewassen ook in droge omstandigheden genoeg water beschikbaar hebben. Het meest voorkomende gras in het veld met zonnepanelen is dan ook vossestaart, een meerjarig gewas die goed gedijt in vochtige condities (Hassanpour Akeh et al., 2018).

Op Nederlandse gronden is nog niet veel wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd over de integratie van landbouw en energieopwek. Wel heeft een groep studenten van de Wageningen Universiteit onderzoek gedaan naar de potentie van Zonneparken. Door middel van 3D modellen is onderzocht wat het effect is van transparante zonnepanelen van 4 tot 6 meter hoog op de gewasopbrengst van gras, maïs, graan, uien en aardappelen. Een van de modellen laat zien dat bij een schaduwoppervlak van 70% een gewasverlies optreedt van 50%. Het meest veelbelovende model zijn zonnepanelen met een transparantie van 10%, een schaduwoppervlak van 50% in een schaakbord opstelling. Als gevolg van de zonnepanelen wordt er minder licht doorgelaten wat een schommelende opbrengst als gevolg heeft. De grasproductie laat zelfs een stijging zien van 10% en de maïsopbrengst is gelijk. Voor graan en aardappelen is een daling te zien in de gewasopbrengst van

respectievelijk 16% en 30%. Het opbrengstverlies weegt echter niet op tegen de energieopbrengsten van de zonnepanelen (Hedgehog Applications, 2019).

4.2 Bodemgegevens omgeving Middenmeer

Gewaskeuze is in belangrijke mate afhankelijk van de bodemgesteldheid. In figuur 1 is de bodemkaart te zien van de omgeving Middenmeer. Hierin is te zien wat de belangrijkste bodemtypen zijn. Hieruit wordt duidelijk dat het voedselrijke en kalkrijke gronden zijn met een gemiddelde vochtinhouding. Op basis van deze bodemgegevens worden nu een aantal optionele grassen en gewassen besproken.



Grondwatertrap	Gem hoogste grondwaterstand (cm-mv)	Gem laagste grondwaterstand (cm-mv)
IV	>40	80-120
V	<40	>120
VI	40-80	>120

Figuur 3: Bodemkaart omgeving Middenmeer

4.3 Analyse geschikte grassoorten

Als aanvulling op het wetenschappelijk onderzoek naar het effect van zonnepanelen op landbouw, volgt een analyse naar geschikte grassen voor het agrovoltac concept. In deze analyse zijn verschillende factoren meegenomen waaronder schaduwtolerantie als leidende factor met daarnaast zodevorming, smakelijkheid, droogtetolerantie, wintervastheid en betredingstolerantie. De analyse is te vinden in bijlage 2. Vanuit deze analyse zijn Krobaar en Zachtbladig rietzwenkgras naar voren gekomen als meest geschikte grassen voor een agrovoltac systeem. De potentie van deze gewassen wordt hieronder verder toegelicht.

4.3.1 Krobaar

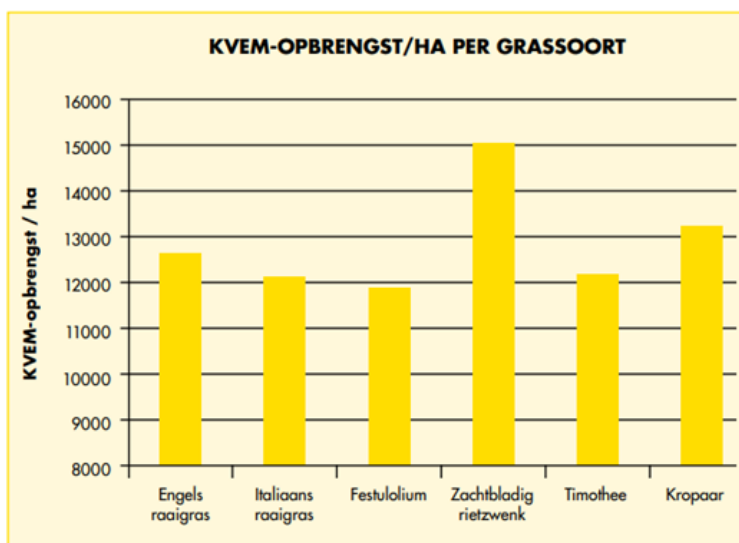
Uit de Rassenlijst 2019 blijkt dat krobaar goed gedijt op vochthoudende grond, liefst klei of zavel, wat overeenkomt met het bodemtype in de Middenmeer (Rassenlijst 2019 Veehouderij). Een artikel in Veeteelt analyseert grassen die beter tegen weerextremen kunnen. Hier wordt krobaar benoemd als een ras die zich beter kan handhaven tegen droge omstandigheden. Graskweker Euro Grass is bezig met een mengsel van Engels raaigras en krobaar, specifiek voor boeren die bepaalde percelen bewust niet willen of kunnen beregenen. Krobaar heeft echter een wat lagere smakelijkheid. De gewasopbrengst van krobaar ligt rond de 16 ton ds/ha. In het artikel wordt ook gesproken over Festulolium, een kruising tussen raaigrassen en rietzwenkgrassen. Naast de goede eigenschappen van raaigras heeft Festulolium ook een diepere beworteling waardoor het efficiënter omgaat met water en mineralen (Veeteelt, 2011).

4.3.2 Rietzwenkgras

Rietzwenkgras kan op alle grondsoorten verbouwd worden en gedijt goed op vochthoudende grond (Rassenlijst Veehouderij, 2019). Door de diepe beworteling van rond de 100 centimeter wordt Rietzwenkgras gezien als een toekomstbestendig gras door een betere benutting van water en nutriënten (Barenbrug, z.d.). Ook enige tijd in de winter onder water staan wordt nog redelijk goed verdragen. Het gras is van nature wat grofbladig, maar door veredeling zijn zachtbladigere rassen ontstaan. Volgens Barenbrug is het van belang om te kiezen voor een zachtbladige variant omdat de smakelijkheid hiervan sterk is verbeterd en dus gunstig bij het beweiden van koeien (Barenbrug, telefonische communicatie, 7-7-2020).

4.3.3 Voederwaarde

Barenbrug heeft in samenwerking met Nutreco proeven uitgevoerd met pensfistelkoeien waarin onderzoek is gedaan naar pensverzuring bij verschillende soorten kuilgras. In de proeven is te zien dat Engels Raaigras en Festulolium veel suikers bevatten, maar weinig bijdragen aan de penswerking. Krobaar en Timothee dragen bij aan een betere penswerking, maar deze grassen zijn slecht verteerbaar door een hoog gehalte aan lignine. Uit het onderzoek is gebleken dat zachtbladig rietzwenkgras structuur en extra herkauwactiviteit combineert met goed verteerbare celwanden wat bevorderlijk is voor de voederwaarde. In figuur 4 is te zien dat de voederwaarde KVEM per ha gemiddeld over drie jaar bij rietzwenkgras hoger ligt in vergelijking met de andere grassoorten (Bi-plot Nutreco). De eerste twee sneden liggen in het jaar van inzaai iets onder het niveau van Engels raaigras, maar vanaf het tweede seizoen groeit het gras aanzienlijk. Daarnaast is rietzwenkgras goed te mengen met Engels raaigras en met witte en rode klaver om zo ook de voederwaarde te verhogen.



Figuur 4: Voederwaarde per grassoort in KVEM (Bi-plot Nutreco)

4.3.4 Opbrengst en kostprijs

Barenbrug heeft het grasmengsel NutriFibre ontwikkeld. Dit is een mengsel van 85% zachtbladig rietzwenkgras en 15% Engels raaisgras met als doel gras te ontwikkelen die smakelijk is voor de koe, een hoge voederwaarde heeft en bestand is tegen drogere omstandigheden (Barenbrug, persoonlijke communicatie, 7-7-2020). Na een wat trage beginontwikkeling in het jaar van zaaien, ligt de gewasopbrengst van NutriFibre met ca. 14 ton ds/ha gemiddeld 15 tot 20% hoger dan Engels raaisgras en bevat tot wel 20% meer eiwit, ook bij een lagere bemesting zoals te zien in tabel 3. Dit als gevolg van een diepere beworteling, waardoor nutriënten efficiënter worden benut (Bi-plot Nutreco; Deru et al., 2011). Op basis van het fosfaatplafond en de derogatie voorwaarden ligt de gebruiksnorm op maximaal 250 kilogram stikstof per hectare voor een melkveehouder op kleigrond.

De schaduw die gecreëerd wordt door de zonnepanelen zal minimaal tot geen effect hebben vanwege de relatief hoge schaduwtolerantie van het rietzwenkgras. Deze factor meegenomen en eerder gedaan onderzoek komt het neer op een schatting van 0 tot 5% opbrengstverlies bij een maximale bemesting van 250 kg N/ha.

Tabel 3: Droge stof- en eiwitopbrengst van Engels raaisgras, kroppaar en rietzwenk gras bij een bemesting van 200 en 400 kg N/ha (Deru et al., 2011). **Let op: in de Nederlandse situatie mag er 170 kg dierlijke mest en maximaal 250 kg N/ha met derogatie opgebracht worden!**

Bemesting	200 kg N/ha	400 kg N/ha	200 kg N/ha	400 kg N/ha
GRASSOORT	DROGESTOF-OPBRENGST ton/ha		EIWIT-OPBRENGST kg/ha	
Engels raaisgras	10,3	12,2	1994	2619
Kroppaar	13,2	14,2	2663	2641
Rietzwenk	13,8	14,3	2444	2925

Er zijn onvoldoende gegevens van rietzwenkgras of mengsels met rietzwenkgras om een gemiddelde kostprijs te berekenen. Gezien de hogere gewasopbrengst en de hogere voederwaarde kan de kostprijs iets hoger liggen dan ander grasland. De marktprijs van Engels raaisgras is momenteel €80,- per ton ds, dit vermenigvuldigd met 14 ton ds/ha komt neer op een saldo opbrengst van €1.120,- (Nieuwe Oogst, 2020).

4.4 Analyse geschikte eiwitgewassen

Het verbouwen van gewassen onder zonnepanelen vereist een selectie van geschikte gewassen die in bepaalde mate schaduw tolerant zijn. De beschikbare hoeveelheid zonnestraling en fotosynthetisch actieve straling vermindert bij het plaatsen van zonnepanelen boven het bouwland en beïnvloed daardoor de groei van het gewas. De gecreëerde schaduw kan echter geminimaliseerd worden door de zonnepanelen zo hoog mogelijk te plaatsen met een relatief lage bezetting. Door het bewegen van de zon, is de schaduw niet statisch maar beweegt ook mee naarmate de dag vordert.

We zijn op zoek naar een gewas die voldoende opbrengst kan genereren in halfschaduw en voorziet in bijvoorbeeld de eiwitbehoefte van melkvee. Aan welk gewas daadwerkelijk behoefte is zal per bedrijf verschillen. Gewassen als voorbeeld om te verbouwen onder een agrovoltaic systeem zijn: luzerne, wintertarwe, zomergerst en witte- of rode grasklaver. Sommige gewassen geven een veel sterkere opbrengstreductie als andere gewassen.

4.4.1 Luzerne

De interesse van veehouders in luzerne is niet alleen vanwege de goede droogteresistentie. Luzerne heeft een goede stikstof nawerking en verhoogt de opbrengst van de vervolgteelt gras. Het is ook een bron van eiwit in het rantsoen met goede voereigenschappen (structuur). Luzerne groeit het best op matig vochtige gronden met een voedselrijke bodem van klei, löss of kalk, in halfschaduw of zon. Het gewas heeft op kleigrond een opbrengst van 14 ton kg ds/ha met een prijs per kg ds/ha van €0,07, dus een saldo opbrengst van ongeveer €1.000,- (KWIN, 2015). Gezien de schaduw die ontstaat door de zonnepanelen kan er een geschat opbrengstverlies optreden van 20%.

4.4.2 Wintertarwe

In diverse proeven is onderzoek gedaan naar het effect van schaduw gecreëerd door loofbomen op de groei van aardappelen, maïs, suikerbiet en graan. De resultaten laten zien dat tarwe in vergelijking met de andere gewassen relatief gezien minder gevoelig is voor de schaduw met een opbrengst reductie van -45%. Dit komt doordat wintertarwe in het najaar en voorjaar kan groeien zonder competitie voor licht. De gewassen aardappelen, maïs en suikerbiet kwamen in deze onderzoeken naar voren als ongeschikt voor teelt in de schaduw. Bij maïs is zelfs een opbrengstverlies geconstateerd van 72% (Nelissen et al., 2017; Pardon et al., 2018; Artru et al., 2016). De gemiddelde opbrengst van wintertarwe op kleigrond is 9,2 ton kg product/ha (8 ton ds/ha), met een kiloprijs van €0,19, dus een saldo opbrengst van €1748,- (KWIN, 2015). De verwachte gewasgroei neemt mogelijk af met 20 tot 45% bij minder licht (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, 2017; Nelissen et al., 2017; Pardon et al., 2018; Garre et al., 2016).

4.4.3 Zomergerst

Zomergerst wordt verbouwd voor bierbrouwerijen en voor veevoer. Het gewas bevat veel energie en een wat lager eiwitgehalte en wordt geteeld om een deel van het krachtvoer te vervangen. In vergelijking met andere granen wordt gerst gezien als een schaduw tolerant gewas (van Keulen et al., 2018). Zomergerst op kleigrond heeft een gewasopbrengst van 6700 kg product/ha, een kostprijs van €0,19 per kg, dus een saldo opbrengst van €1.300,- (KWIN, 2015). Het opbrengstverlies als gevolg van schaduw wordt geschat op 35% (van Keulen et al., 2018).

4.4.4 Grasklaver

Klavers worden gezien als een belangrijk component binnen de duurzame landbouw, het bindt stikstof en verhoogt daarmee de eiwitproductie. Witte klaver is geschikt voor begrazing en blijvende weilanden, terwijl rode klaver geschikter is voor maaiweides en heeft een

hogere opbrengst dan witte klaver (De Wit et al., 2005). In onderzoek komt naar voren dat rode grasklaver een schaduwtolerant gewas is dus heeft potentie om gemengd te worden in het grasland onder de zonnepanelen. De gewasopbrengst van grasklaver ligt tussen de 1100 en 1500 kg ds/ha (van Keulen et al., 2018). Om te voldoen aan de eiwitbehoefte van het melkvee kan het mogelijke opbrengstverlies, als gevolg van de schaduw gecreëerd door de zonnepanelen, aangevuld worden met het eiwit vanuit de grasklaverproductie.

4.4.5 Sorghum

Uit oriënterende proeven is gebleken dat nieuwe sorghumrassen potentie hebben als derde gewas op melkveebedrijven in rotatie met maïs. Sorghum heeft een potentieel haalbare droge stofopbrengst van 20% hoger dan maïs doordat het dieper en intensiever wortelt en daardoor beter bestand is tegen droogte. De WUR heeft een proef uitgevoerd met DSV-zaden waar de opbrengst en N-uitspoeling van verschillende sorghum gewassen wordt vergeleken met maïs. Uit deze proeven zijn een aantal belangrijke resultaten gekomen: Sorghum Suzy scoort 19,4 ton ds/ha > Mais 19,7 t ds/ha, Sorghum STH 18119 scoort circa 900 VEM > Mais circa 950 VEM, Sorghum STH 18119 scoort circa 400 gr, zetmeel/kg ds > Mais circa 415 gr zetmeel/kg ds, Sorghum STH 18119 heeft een hoger ruw eiwit dan maïs (Melkvee, 2020). Daarnaast laat onderzoek zien dat sorghum op zand- en kleigrond in Nederland een gelijke gewasopbrengst heeft als maïs, hogere gehalten aan ruweiwit en wisselende zetmeetgehalten (-10 tot +24%; Kasper, 2017).

Sorghum is echter een tropisch gewas en heeft veel zonlicht nodig om te ontkiemen. Daarom is de verwachting dat sorghum geen geschikt gewas is om te verbouwen onder een agrovoltaic systeem. Vanwege de hoge gewasopbrengst, eigenschappen zoals droogte resistentie en een hoger ruw eiwitgehalte in vergelijking met maïs, is het gewas wel interessant om eventueel te verbouwen op percelen waar geen zonnepanelen worden geplaatst. Op deze manier kan voldaan worden aan de eiwitbehoefte die mogelijk gedeeltelijk verloren gaat door het opbrengstverlies als gevolg van de gecreëerde schaduw.

5. Veehouderij en Agrovoltaiic Systemen

Er is nog onvoldoende onderzoek gedaan naar de effecten van zonnepanelen en de spreiding hiervan op het welzijn en de gezondheid van weidend melkvee op Nederlandse bodem. Wel kan er een inschatting gemaakt worden op basis van bestaande kennis.

5.1 Dierenwelzijn en diergezondheid

Op het gebied van dierenwelzijn heeft een agrovoltaiic systeem mogelijk een positief effect op melkvee. De optimale omgevingstemperatuur voor een koe ligt tussen de -5°C en 18°C . Volle zon met temperaturen vanaf 21°C in combinatie met hoge luchtvochtigheid heeft als snel hittestress als gevolg, wat een negatief effect heeft op de melkproductie, activiteit en gezondheid van de koe. Hittestress leidt tot een algehele malaise bij koeien, maar is vooral zichtbaar door minder voeropname (en minder melkgift), uier- en klauwproblemen. Naast zon, is regen ook een stressfactor voor de koe en ze zullen dan ook snel de stal opzoeken om te schuilen, indien er vrij koeverkeer mogelijk is tussen de weide en de stal. Zonnepanelen kunnen dus als 'afdak' dienen en de mogelijkheid geven om te schuilen voor zon of regen wat een positief effect heeft op dierwelzijn en hiermee ook de diergezondheid en de melkproductie.

5.2 Risico's

Uit een experiment van University of Minnesota West Central Research and Outreach Center (WCROC) is gebleken dat koeien inderdaad gebruik maken van gecreëerde schaduw als zij hiertoe de mogelijkheid hebben, vooral op de heetste uren van de dag. De resultaten laten een lagere lichamelijke activiteit zien bij koeien die schaduw kunnen opzoeken ten opzichte van koeien die geen schaduw kunnen opzoeken. Dit als gevolg van het stilstaan en liggen in de schaduw onder de panelen. Het is mogelijk dat de koeien graastijd hebben ingeleverd om te schuilen voor de zon wat kan leiden tot een lagere voeropname en daardoor een lagere melkproductie (WCROC, 2020). Dit is echter een aanname vanuit dit onderzoek en dient verder onderzocht worden. Daarnaast kan deze eventuele lagere voederopname voor lief genomen worden wetende dat hittestress met alle gevolgen van dien hierdoor voorkomen kan worden.

Wat betreft de risico's van de interactie tussen de dieren en de geplaatste zonnepanelen, is de kans klein dat melkvee de zonnepanelen of bedrading beschadigt. Koeien zijn echte grazers, en zijn dan ook volledig gericht op het eten van gras. Geiten bijvoorbeeld, vormen een groter risico, dit zijn 'knabbelaars' en knabbelen dan ook aan alles wat ze tegenkomen.

In rapporten en onderzoeken naar de integratie van energieopwek met melkvee, wordt er vooral een beeld geschetst van extensieve landbouw. De koeien of schapen die grazen onder de zonnepanelen worden vooral ingezet voor beheer en niet hoofdzakelijk voor productie.

6. Businesscase

Op basis van de energieberekeningen in hoofdstuk 3 en de verwachte gewasopbrengsten in hoofdstuk 4 behandelen we binnen dit zesde hoofdstuk de financiële aspecten van het Agrovoltac concept.

Het verdienmodel van de melkveehouder bestaat o.a. uit melkgelden en betalingsrechten (voorheen toeslagrechten) die steeds verder worden afgebouwd, zie tabel 4 hieronder.

Tabel 4: betalingsrechten binnen het GLB

	<100 koeien		>100 koeien	
	€ per ha	€ per bedrijf	€ per ha	€ per bedrijf
2011	541	19695	567	34351
2012	527	19377	548	33779
2013	509	18794	521	32816
2014	493	18299	509	32514
2015	461	17395	473	31108
2016	451	17021	461	30315
2017	429	16190	436	28671
2018	409	15436	412	27093
2019	388	14643	388	25515

De gemiddelde melkprijs was in 2019 37,8 cent en wordt opgebouwd uit vetgehalte, eiwit en lactose. De melkveehouder stuurt met de juiste rantsoensamenstelling op de door de zuivelverwerker gewenste gehalten. De gehalten zijn met 4,5% vet en 3,59% eiwit een fractie hoger in 2019. In totaal werd per bedrijf bijna 962.000 kilo melk afgeleverd. Het gemiddelde bedrijf had bijna 107 koeien.

Voor de boer is het ook van belang dat we een concept uitwerken waar reguliere landbouwproductie mogelijk blijft. Energieproductie moet dus zo weinig mogelijk ten koste gaan van de productie van voedergewassen en beweiding. Er is een (klein) verlies in de productie omdat er minder oppervlakte beschikbaar is door de palen waar de zonnepanelen op komen en een variabel verlies omdat schaduw opbrengst verminderd. In de onderstaande tabel is dit uitgewerkt.

Tabel 5: saldo-opbrengst per hectare voor een aantal gewassen

Gewas	Opbrengsten zonder zonnepanelen € (Saldo/ per hectare)	Opbrengsten met zonnepanelen € (Saldo/ per hectare)	Verlies per jaar €	Verlies 15 jaar €
Engels raai 20/ Rietzwenk 80 mix	1.200,00	1.020,00	-180,00	-2.700,00
Engels raai	1.120,00	560,00	-560,00	-8.400,00
Kropaar	1.000,00	900,00	-100,00	-1.500,00
Wintertarwe	1.147,00	573,50	-573,50	-8.602,50
Luzerne	775,00	620,00	-155,00	-2.325,00
Veldboon winter	1.002,00	901,80	-100,20	-1.503,00

Het saldo wat op een gewas gehaald kan worden is laag in verhouding tot de opbrengsten van energieproductie. Met alternatieve grasmixen kun je zonder veel opbrengstverlies anticiperen op de verminderde lichtinval. Er is weinig bekend over de exacte verliezen dus voor een deel schatten we de verliezen zelf in. Overigens zegt het saldo voor een melkveehouder lang niet alles: het gaat erom een gebalanceerd rantsoen voor het vee te hebben. Zo kan het dus zijn dat Luzerne een geschikt voedergewas is, omdat het de opbrengst van een vervolgteelt kan verbeteren (stikstof nawerking) en goed tegen de droogte kan, alsook de voedselopname van het vee bevordert (prik).

Wat betreft de opbrengsten uit zonne-energie zijn binnen de geldende wet- en regelgeving de volgende uitgangspunten relevant:

- Maximaal 10% van het oppervlakte mag bezet worden
- Panelen worden oost/west geplaatst op een hoek van 10 graden wat zorgt voor een powerratio van 0.86
- SDE++ van € 0,074
- 600 zonnepanelen met een jaar productie van 164.145 kWh
- 100% financiering

De onderstaande tabel laat de financiële resultaten van de PV-installatie zien.

Tabel 6: Financiële resultaat zonne-installatie per hectare (10% bedekking)

Rendement	
Rendement per jaar	3,57%
Rendement levensduur	89,37%
Bruto rendement per jaar	6,72%
Bruto rendement levensduur	168,11%

Wat is nog niet meegenomen:

- In deze situatie zijn de kosten van de aansluiting niet meegenomen omdat deze erg afhankelijk zijn van de totale grootte van het project. We gaan ervan uit dat er meer percelen aangelegd kunnen worden waardoor een gekozen aansluiting goed wordt benut. Bovendien gaan we ervan uit dat de locatie gunstig gekozen wordt om de kosten voor de netwerkbeheerder in de hand te kunnen houden.
- Beheerkosten kunnen deels worden vermeden omdat onkruidbestrijding aan de kostenkant van de landbouw is meegenomen
- Grondhuur is nog niet meegenomen omdat het deel uit maakt van de afspraken die met de ondernemer gemaakt worden. Om toetreding en uittreding van investeerders mogelijk te maken kan dit project in een aparte BV worden gestructureerd. Hierdoor kan ook lokaal eigenaarschap door de grondeigenaar mogelijk worden.

7. Ruimtelijk beleid en regelgeving

Het integreren van een Agrovoltac systeem in het landelijk gebied geeft nog wel wat uitdagingen.

Bij een grondgebonden melkveehouderij is de kringloop van mineralen op bedrijfs- of lokaal niveau voor ruwvoer en mest zoveel mogelijk gesloten. Gras, maïs en andere voedergewassen worden aan het vee gevoerd en met de mest van het vee worden deze voedergewassen bemest. Zo ontstaan korte kringlopen zonder vervoer over lange afstanden van mest en ruwvoer.

De Commissie Grondgebondenheid kwam op 12 april 2018 met een voorstel waarin staat dat iedere veehouder in 2025 moet voldoen aan een aantal regels. Een van de voorwaarden is dat 65 procent van het eiwit van eigen land moeten komen of zijn ingekocht binnen een straal van 20 kilometer via buurtcontracten.

Dit betekent dat boeren grond nodig hebben voor de teelt van veevoeder en worden beperkt in het aankopen van veevoer uit extensieve landbouwgebieden buiten de aangegeven straal. Bron: <https://www.vruchtbarekringloopoverijssel.nl/nieuws/helpt-melkvee-haalt-eiwit-van-eigen-grond>

7.1 Weidegang

De Zuivelsector stimuleert weidegang door het aanbieden van weidemelk. Weidemelk is melk afkomstig van boerderijen waar de koeien van het voorjaar tot in het najaar ten minste 120 dagen per jaar, minimaal 6 uur per dag in de wei lopen. Dat stelt wel eisen aan de inrichting van het erf, de looplijnen in de stal en de grootte van het huiskavel. Meerdere koppels in combinatie met melkrobots is weidegang nog best complex, want midden op de dag is het al gauw te warm 's zomers.

7.2 Gewasrotatie en bouwplan

De teelt van saldogewassen (aardappelen, suikerbieten etc.) vraagt veel van de bodem. Gebruikelijk is het om gewassen op een perceel af te wisselen omdat anders de gewasgebonden ziekten, plagen en onkruiden te veel toenemen. Vooral aardappelen en suikerbieten nemen veel stoffen op uit de grond en dan is het belangrijk om maar eens in de drie, vier of meer jaar aardappelen te telen op een perceel. Het plan voor vruchtwisseling noemt men een bouwplan. De gewassen worden afgewisseld met rustgewassen, zoals vlinderbloemigen of granen. Die leveren (veel) minder op, maar zorgen dat de vervolgteelt beter rendeert. Bedrijven met meer dan 20% bouwland zijn verplicht aan de vergroeningseisen van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Dit zijn regels vanuit Brussel en stimuleert eiwitgewassen zoals Luzerne, veldboon en soja als ecologisch aandachtsgebied. Deze gewassen wortelen diep en bevorderen de waterinfiltratiesnelheid. Bron: <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw/>

7.3 Ruimtelijk kader

Provincies hebben allemaal beleidsruimte voor zonneparken opgesteld. Voor grondgebonden zonnepanelen is een omgevingsvergunning vereist.

De Provincie Noord-Holland heeft opstellingen voor zonne-energie in het landelijk gebied onder voorwaarden ruimtelijk mogelijk gemaakt met artikel 32a van de Provinciale Ruimtelijke Verordening. Op grond van het eerste lid van dit artikel mogen opstellingen voor zonne-

energie alleen ruimtelijk mogelijk worden gemaakt op gronden in het landelijk gebied met behulp van een omgevingsvergunning waarbij van het bestemmingsplan wordt afgeweken en dus niet in een bestemmingsplan. **De enige uitzondering daarop vormt meervoudig ruimtegebruik.** Te weten een opstelling voor zonne-energie op gronden met een bestemming voor nutsvoorzieningen, niet zijnde leidingtracés voor gas, water of elektriciteit, of voor infrastructuur voor weg, spoor, water en vliegverkeer. Indien de reeds bestaande functie tevens wordt gehandhaafd, mag een dergelijke opstelling ook bij bestemmingsplan mogelijk worden gemaakt.

De onderhavige uitvoeringsregeling is alleen van toepassing op opstellingen voor zonne-energie in het landelijk gebied als bedoeld in het eerste lid van artikel 32a van de verordening. De regeling is niet van toepassing op opstellingen voor zonne-energie in het kader van meervoudig ruimtegebruik als bedoeld in artikel 32a, vierde lid, van de verordening.

Het zesde lid van artikel 32a bepaalt dat Gedeputeerde Staten verplicht zijn om nadere regels te stellen over de locatie, omvang en inpassing van opstellingen voor zonne-energie als bedoeld in artikel 32a, eerste lid, van de verordening. De onderhavige uitvoeringsregeling bevat deze nadere regels.

(Bron:<https://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Actueel/Noord-Holland/CVDR413586.html>)

Voor een bouwwerk is een omgevingsvergunning nodig, maar ook voor andere objecten (bijvoorbeeld een kleinschalige windmolen). Gemeenten zijn bevoegd gezag voor verlenen van de Omgevingsvergunning. De definitie van een bouwwerk luidt: "elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op plaats van bestemming hetzij direct of indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren". Voor een bouwwerk zijn drie criteria essentieel: er moet sprake zijn van een bouwconstructie, van een zekere omvang en van plaatsgebondenheid.

Verder vermeldt het bestemmingsplan van de gemeente Wieringermeer dat er tot maximaal 3 meter hoogte gebouwd mag worden op landbouwgrond; (ruimtelijke plannen.nl) -> overige bouwwerken 3 m.



7.3.1 Omgevingsvisie Hollands Kroon

Er is veel vraag naar locaties om zonne-energie in te zetten, wij faciliteren dit zoveel mogelijk en zien in eerste instantie een rol voor daken. De aanleg van zonne-energie op agrarische gronden is niet mogelijk. Voor andere locaties geldt dat wij hier zoveel mogelijk aan meewerken voor zover het ziet op dubbelgebruik of benutting van restgronden of locaties waar een bijzondere meerwaarde kan worden bereikt met de aanleg van zonnepanelen. Denk bijvoorbeeld aan geluidschermen, taluds, overdekte parkeerplaatsen, vuilstortplaatsen, (tijdelijke) braakliggende bedrijventerreinen of slootkanten die vanaf de openbare weg niet of nauwelijks zichtbaar zijn.

7.3.2 Behoud van de fiscale agrarische bestemming

De grond kan net als bij een zonnepark in principe onderdeel uitmaken van het agrarisch bedrijf. In dat geval zou de landbouvvrijstelling wel van toepassing blijven. Bij een bestemmingswijziging wordt de eventuele bestemmingswijzigingswinst belast. Deze winst bedraagt de som van WEV-WEVAB (Waarde Economisch Verkeer - Waarde Economisch Verkeer Agrarische Bestemming).

7.3.3 Toeslagen en Rechten

Wat betreft de meststoffenwet en landbouwkundig gebruik geeft RVO het volgende aan: voor zowel mest als voor toeslagrechten kan de grond waar zonnepanelen op staan niet gebruikt worden. Hierbij geldt dat 90% van de agrarische functie behouden moet blijven (en dus 10% beschikbaar is voor eventuele zonnepanelen. Aandachtspunt is dat de constructie en de omvang dusdanig beperkt moet zijn dat een normale bedrijfsvoering kan worden geborgd.

In de Memorie van Toelichting staat bij de wijziging van de Meststoffenwet (invoering gebruiksnormen) beschreven dat voor toepassing van de wet alleen sprake is van landbouwgrond als deze in het kader van normale bedrijfsvoering, bijvoorbeeld met de teelt van gewassen of grasland, in gebruik is. Deze eis brengt met zich mee dat de eigenaar van de grond (het landbouwbedrijf) in staat is om het teelt- en bemestingsplan op elkaar af te stemmen en deze plannen in de praktijk te realiseren, overeenkomstig met de in de Meststoffenwet genoemde milieuvoorwaarden. (Bron: <https://zoek.officiëlebezoekingen.nl/kst-34532-3.html> - Kamerstukken II, vergaderjaar 2004-2005, 28385, nr.3, pagina 108).

Samengevat is een landbouwbedrijf omgeven met regels waardoor het moeilijk is om een echte dubbelfunctie te kunnen bedenken:

- Geborgd moet worden dat de bestemming landbouw blijft, een zonnepark is altijd tijdelijk en het veranderen van de bestemming is nadelig voor de boer
- Als de grond binnen tien jaar een andere bestemming krijgt, moet de koper alsnog overdrachtsbelasting betalen (cultuurgrondvrijstelling)
- Zonder de bestemming landbouw bij melkveebedrijven gaat de grond niet meer mee voor de zogeheten grondgebondenheid (Wet grondgebonden groei melkveehouderij) en de plaatsingsruimte voor mest
- Als een melkveehouderij grond inzet voor energieproductie wordt het bedrijf intensiever, moet elders grond worden gepacht, mest afgevoerd
- Zonder deze bestemming tikt het door in de voorwaarden van het gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB): de betalingsrechten voor deze grond onder zonneparken vervalt

- Tevens vervalt de landbouvvrijstelling, de fiscale vrijstelling in de inkomstenbelasting waarbij de waardeverandering is vrijgesteld tot de waarde in het economisch verkeer bij een voortgezet agrarisch gebruik
- Daarvoor moet de grond minimaal voor 90 procent worden gebruikt voor de landbouw
- De akkerbouwer moet rekening houden om ruimte te blijven houden voor de verplichte vergroening van 5% in het GLB
- Onbekend is en blijft hoe het nieuwe GLB omgaat met energieproductie
- Er wordt in allerlei landbouwsectoren geëxperimenteerd met dubbele functies of combinaties van functies. Maar of dat leidt tot combinaties die ook voor de wetgever en fiscus acceptabel zijn, dat is nog zeer de vraag.

8. Advies

Deze rapportage geeft u een beeld van de mogelijke richting van een Agrovoltac systeem en de toepasbaarheid binnen Nederland. Het is duidelijk dat de opbrengst in euro's per hectare van een Agrovoltac systeem hoog is wanneer de bedekking met zonnepanelen groot is. De casus van het melkveebedrijf in Middenmeer, een bestaande agrarische onderneming, is als uitgangspunt leidend alsook de toepasbaarheid binnen de Nederlandse wet- en regelgeving. Dit houdt in dat het dierwelzijn van de koeien centraal staat en we een maximale bedekking geldt voor het Agrovoltac systeem van 10% m.b.t. de beperkingen in het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Meer bedekking met panelen houdt in minder weideoppervlak en betekent dat er nadelen kunnen zijn voor de veehouder zoals een vermindering van betalingsrechten en mestplaatsingsruimte. In het nieuwe GLB (2023) wordt hiervoor zo ver wij weten niet anders over gedacht terwijl de melkveehouder een rol zou kunnen spelen in de energietransitie. Om een combinatie mogelijk te maken zonder dat de melkveehouder wordt benadeeld. Over de interpretatie van de regels (die geen rekening houden met deze specifieke situatie) is nog veel onduidelijk.

Wanneer er voor een Agrovoltac systeem gekozen wordt met 10% bedekking i.c.m. beweiding adviseren we om dit in de vorm van 1 rij te doen, in lijn met de perceelsopgang. De koeien zullen gaan liggen en schuilen onder de panelen bij regen en/of hitte. Hierdoor zal er weinig grasopbrengst zijn onder de panelen door ligplekken en vertrapping. Vanuit een lijnelement (1 rij palen) kan de weide vervolgens het gemakkelijkste worden bewerkt of beregend worden.

Tevens hebben we een aantal grassen en gewassen aangereikt die waarschijnlijk goed te combineren zullen zijn met een Agrovoltac systeem op een akker of een grasland. Dit kan in theorie met hogere bedekkingen aan zonnepanelen tot interessante opbrengsten leiden. De studies van het Fraunhofer instituut laten dit ondermeer zien. De Nederlandse context is wel wat anders waarbij niet alleen rekening gehouden moet worden met de hiervoor genoemde maximale bedekking van 10%, gematigd klimaat i.p.v. landklimaat maar ook met derogatie van maximaal 250 kg stikstof uit dierlijke mest per hectare per jaar. Binnen Europa zijn regels verschillend waardoor ook de gewasopbrengst verschillend zal zijn. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de saldi uit landbouwopbrengsten slechts een klein deel zijn van de totale bruto-opbrengst per hectare is, die voornamelijk gevormd zal worden door de energieproductie.

Wat betreft het rundvee zullen de zonnepanelen als afdak dienen en de mogelijkheid geven om te schuilen voor zon of regen, wat een positief effect heeft op het dierenwelzijn en hiermee ook de diergezondheid en mogelijk de melkproductie. De voeropname (door grazen) moet goed op peil blijven en onder een afdak is de omgevingstemperatuur minder goed te beheersen dan in een stal.

Voor de percelen waar niet beweid wordt, maar er akkerbouw plaatsvindt of alleen als grasland dient kan er een nagenoeg gelijke gewasopbrengst verwacht worden met een bedekking met zonnepanelen van 10%. De energieopbrengsten zijn ook hier weer het meest interessant. Wanneer de beleidskaders ruimte bieden en er op landbouwgrond een hogere bedekking panelen wordt gerealiseerd, dan zouden de panelen het beste in mozaïekvorm geplaatst kunnen worden (schaakbord), zodat er voldoende licht tussen de panelen doorkomt voor gewasgroei. Daarbij kunnen vervolgens gewassen als wintertarwe en luzerne verbouwd worden.

Een optie die niet binnen deze casus behandeld is maar wel interessant is voor het verhogen van de opbrengst per hectare is het toepassen van bifacial zonnepanelen. Deze zonnepanelen wekken aan beide kanten energie op en kunnen als een scherm geplaatst worden. Denk daarbij aan een perceelafscherming.

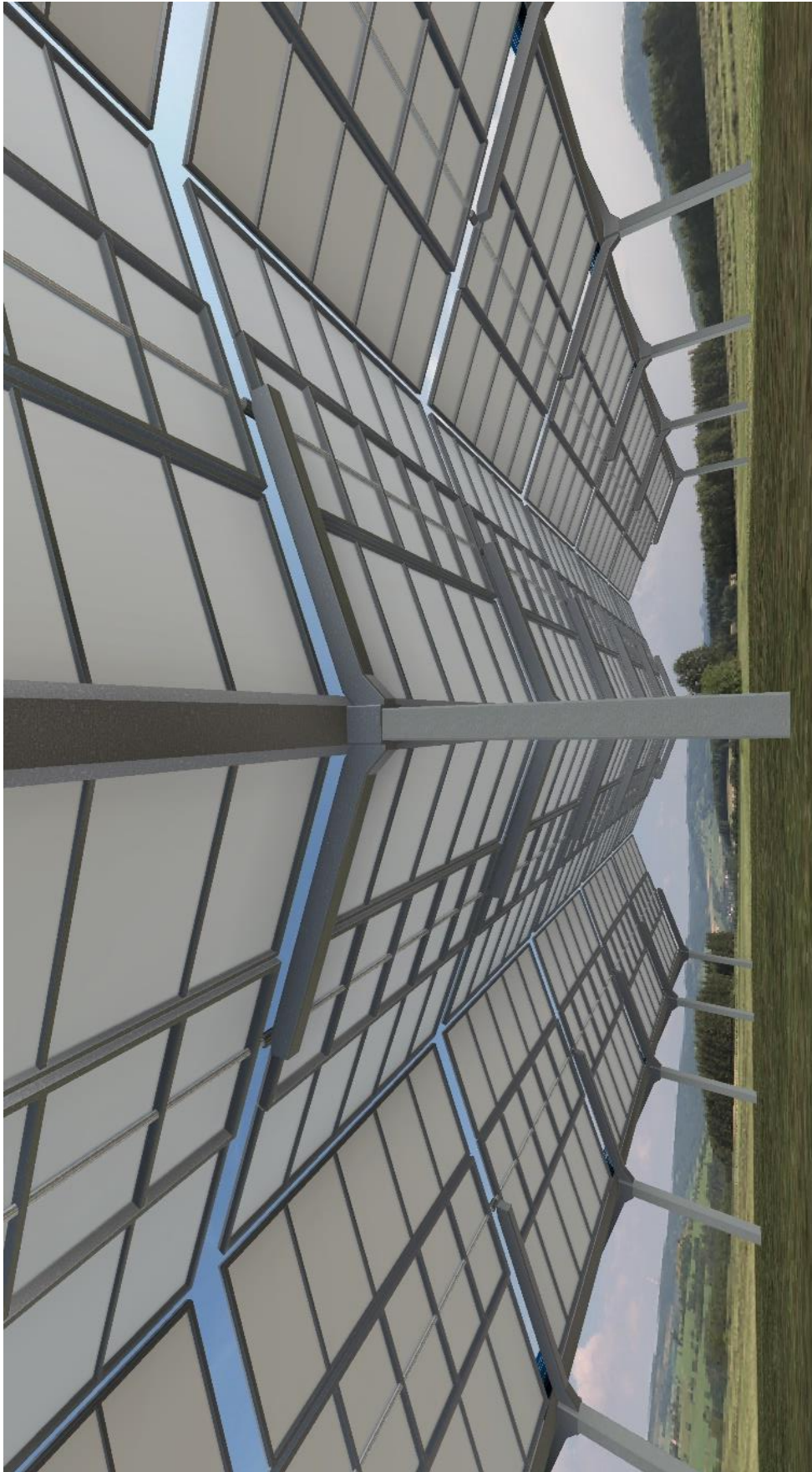
Tot slot kan er eventueel een beregeningsinstallatie gekoppeld worden aan de stelling met panelen. Het installeren van een pomp die het grondwater benut voor beregening biedt uitkomst voor droge periodes. Op deze manier wordt het slootwater niet gebruikt voor het besproeien van de gewassen, wat immers ook verboden is in droge periodes.

Bronnenlijst

- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISe, 2017. Harvesting the Sun for Power and Produce – Agrophotovoltaics Increases the Land Use Efficiency by over 60 Percent.
- Dupraz, C., Marrou, H., Talbot, G., Dufour, L., Nogier, A. & Ferard, Y. 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: towards new agrovoltaic schemes. *Renewable energy* 36 (10): 2725 – 2732.
- Mujamdar, D. & Pasqualetti, M.J. 2018. Dual use of agricultural land: Introducing 'agrovoltaics' in Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC, USA.
- Valle, B., Simmoneau, T., Sourd, F., Pechier, P., Hamard, P., Frisson, T. & Christophe, A. 2017. Increasing the total productivity of a land combining mobile photovoltaic panles and food crops. *Applied Energy* 206: 1495 – 1507.
- Van der Zee, F., Bloem, j., Galama, P., Gollenbeek, L., van OS., J., Schotman, A. en de Vries, S. 2018. Zonneparken natuur en landbouw. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2945. 68 blz.; 27 fig.; 3 tab.; 112 ref.
- Hassanpour Adeg, E., Selker, J.S., Higgins, C.W., (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE* 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>.
- Deru, J., van Eekeren, N., de Wit, J. en de Boer, H. (2011). Effect van grassoort en N-bemestingsniveau op productie, beworteling en N-mineraal in de herfst; Veldproef op zandgrond met Engels Raaigras, Kropaar en Rietzwenkgras. Louis Bolk Insituut en Wageningen UR Livestock Research.
- Onderzoek met pensfistelkoeien, 'Bi-plot Nutreco': Barenbrug Research i.s.m. Nutreco Ruminant Research Centre.
- Commissie Samenstelling Aanbevelende Rassenlijst, 2019. Aanbevelende Rassenlijst 2019. URL: https://rassenlijst.info/ajax_frontoffice/filemanager/files/wp-uploads/2019/01/Aanbevelende-rassenlijst-Veehouderij-2019-191218.pdf.
- Van Middelkoop, J., Ouweltjes, W., Rummeling, G. en Wemmenhove, H. (2019). Handboek Melkveehouderij; Hoofstuk 3 Grasland en voedergrassen. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Barenbrug, z.d. NutriFibre Brochure. URL: file://nas/Downloads/jdpee/Downloads/NutrFibre_brochure_NL_LR.pdf. Geraadpleegd op 30-6-2020.
- Visscher, J. 2005. Grassoorten en -rassen bij uitgestelde maaidatum en lage en hoge grondwaterstand. Wageningen: Animal Sciences Group Wageningen UR. Intern Rapport 200506 (concept).
- Veeteelt, 2011. Gras in zwaar weer. Februari 2; blz. 26-27.
- Kasper, G.J., 2017. Teelt van sorghum als voedergras lijkt perspectiefvol in Nederland, Rapport 1064, 29 pp.
- Hedgehog Applications, 2019. Studenten van de Wageningen University & Research (WUR) doen onderzoek naar Hedgehog Applications' 'Zonnebossen'. URL: <https://www.hedgehogapplications.nl/studenten-wur-doen-onderzoek-naar-zonnebos/>. Bekeken op 24-6-2020.
- Wagenaar, J.P. en de Wit, J. 2003. Gehele Plant Silage (GPS): ervaringen uit de praktijk. Louis Bolk Instituut. Publicatienummer LV52.
- Agrifirm, z.d. Teelttips: zomerveldbonen als krachtvoervanger. URL: <https://www.agrifirm.nl/uitdagingen/teelttips-zomerveldbonen-als-krachtvoervanger/#:~:text=Perceelsvoorwaarden%20bij%20teelt%20van%20veldbonen,gevoelig%20voor%20ziekten%20en%20plagen>. Geraadpleegd op 6-7-2020.

- Melkvee, 2020. Sorghum vergeleken met maïs. URL: <https://www.melkvee.nl/artikel/242338-sorghum-vergeleken-mais/>. Geraadpleegd op 7-7-2020.
- Nieuwe Oogst, 2020. Marktprijzen hooi en stro. URL: <https://www.nieuweoogst.nl/marktprijzen/hooi-en-stro>. Geraadpleegd op 8-7-2020.
- Artru, S., Garré, S., Hiel, M. P., Dupraz, C., & Lassois, L. (2016). Dealing with crop rotation in agroforestry: the impact of shade on winter wheat and sugar beet growth and yield under belgium conditions. In Book of Abstract-3rd European Agroforestry Conference 2016
- Nelissen, V., Van Daele, S, Verdonckt, P., Reheul, D., Pardon, P., Reubens, B. (2017) Teelttechnische impact agroforestry, Agroforestry Vlaanderen, ILVO.
- Pardon, P., Reubens, B., Mertens, J., Verheyen, K., De Frenne, P., De Smet, G., ... & Reheul, D. (2018). Effects of temperate agroforestry on yield and quality of different arable intercrops. *Agricultural Systems*, 166, 135-151.
- Keulen van, D., Laheij, E., Riepma, J., Roebroek, J., Selin Noren, I. en Tober, F. 2018. Schoon drinkwater door boer & boom: Agroforestry als alternatief voor landgebruik in grondwaterbeschermingsgebieden. Wageningen Research: Open Teelten.
- De Wit, J., Van Dongen, M., Van Eekeren, N., & Heeres, E. (2004). Handboek grasklaver. Teelt en voeding van grasklaver onder biologische omstandigheden. Louis Bolk, Driebergen, Netherlands.
- KWIN AGV, 2015. Kwantitatieve informatie akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten.
- WCROC, 2020. Agrivoltaics to shade cows. URL <https://wcroc.cfans.umn.edu/research-programs/dairy/outreach/agrivoltaics>. Geraadpleegd op 8-7-2020.

Bijlage 1. Ontwerpschets Agrovoltaic systeem



Bijlage 2. Analyse grassoorten

Tabel X: Rassenlijst Veehouderij 2019. (Aanbevelende Rassenlijst Veehouderij, 2019)

Overzicht van de waardering van verschillende eigenschappen bij grassen ¹⁾

Hoge cijfers duiden op een gunstige waardering.

	Korrelgewichting ²⁾	Snelheid van opkomst	Snelheid van ontwikkeling in het voorjaar	Gem. doorschietdatum	Hoogte van het gewas in bloeiende toestand	Zodevorming (dichtheid)	Smakelijkheid ³⁾	Droogtetolerantie	Wintervastheid	Schaduwtolerantie	Betredingstolerantie
Engels raaigras grasveldtype	1,7	7	6	5-6	vrij hoog	8	9	7	6	4	9
Engels raaigras laat	1,6	7	6	5-6	vrij hoog	7	9	7	6	4	8
Engels raaigras middentijds	1,8	7	7	27-5	hoog	7	9	7	6	4	7
Engels raaigras vroeg	2	7	7	16-5	hoog	6	8	6	6	4	7
Gekruist raaigras	2,2	8	8	25-5	zeer hoog	5	9	6	5	3	6
Italiaans raaigras	2,3	9	9	24-5	zeer hoog	3	9	5	4	3	5
Westerwolds raaigras	2,6	10	–	10-6	zeer hoog	2	9	5	3	3	–
Beemdlangbloem	2	6	7	23-5	hoog	5	7	6	7	3	4
Timothee	0,4	5	7	11-6	hoog	5	9	5	10	4	5
Veldbeemdgras	0,3	2	5	13-5	laag	9	8	8	10	5	8
Ruwbeemdgras	0,2	4	6	18-5	laag	8	8	3	8	7	5
Kropaar	1	4	7	16-5	zeer hoog	5	7	8	7	6	6
Rietzwenkgras	2,4	5	8	20-5	zeer hoog	6	6	8	7	6	6
Frans raaigras	3	5	8	20-5	zeer hoog	3	5	8	7	5	–
Gewoon struisgras	0,07	2	4	13-6	laag	10	6	8	9	6	5
Kruipend struisgras	0,05	2	4	3-6	laag	10	4	5	9	7	4
Wit struisgras	0,06	2	4	7-6	vrij laag	10	5	8	9	5	4
Gewoon roodzwenkgras	1	4	5	13-5	vrij laag	9	4	8	8	8	6
Roodzwenkgras met fijne uitlopers	1	4	5	10-5	laag	9	4	8	8	8	6
Roodzwenkgras met forse uitlopers	1,2	5	6	8-5	vrij laag	8	4	7	9	8	5
Gewoon schapegras	0,3	2	4	12-5	laag	8	..	9	7	7	5
Fijnbladig schapegras	0,3	2	3	4-5	zeer laag	6	2	9	8	6	5
Hardzwenkgras	0,9	3	5	26-4	laag	8	3	8	8	6	5
Gewoon fakkelgras	0,5	4	5	21-4	zeer laag	8	3	9	8	6	5
Kleine timothee	0,2	4	5	11-6	vrij laag	8	8	4	9	4	6
Bosbeemdgras	0,2	2	5	8-5	vrij laag	3	3	7	9	7	3
Kamgras	0,5	4	5	3-6	vrij laag	6	6	6	5	4	6

1) Rassen en/of teeltomstandigheden kunnen nog vrij aanzienlijke verschillen geven

2) Er kunnen grote verschillen voorkomen tussen de rassen van één soort, maar ook tussen verschillende partijen van één ras Bij de raaigrassoorten zijn de tetraploïde rassen gemiddeld 1½ tot 2 maal zo zwaar als diploïde rassen

3) Tetraploïde rassen zijn in het algemeen smakelijker dan diploïde rassen

In de tabel uit de Rassenlijst 2019, is te zien dat gewoon roodzwenkgras, roodzwenkgras met fijne uitlopers en roodzwenkgras met forse uitlopers met een 8 het hoogst scoren op schaduwtolerantie. Op zodevorming, droogtetolerantie en wintervastheid scoren de grassen een 7 of hoger. Op betredingstolerantie scoren de grassen respectievelijk 6, 6 en 5. Deze grassen scoren echter een 4 op smakelijkheid, wat relatief laag is en mogelijk de reden dat deze grassen niet zijn opgenomen in de lijst met meest gebruikte rassen uit het Handboek Melkveehouderij (Aanbevelende Rassenlijst Veehouderij, 2019; van Middelkoop et al., 2019).

Ruwbeemdgras, kruipend struisgras, gewoon schapegras en bosbeemdgras scoren een 7 op schaduwtolerantie. Van deze drie grassen is het ruwbeemdgras opgenomen in de lijst met meest gebruikte grassen uit het Handboek Melkveehouderij. Deze grassoort scoort

relatief hoog (8) op zodevorming, smakelijkheid, wintervastheid, maar scoort relatief laag op droogteresistentie en betredingstolerantie met respectievelijk een 3 en een 5.

Droogteresistentie is een belangrijk criterium gezien de droge zomers van 2018 en 2019 en het nu al droge voorjaar van 2020 als gevolg van klimaatverandering (Aanbevelende Rassenlijst Veehouderij, 2019).

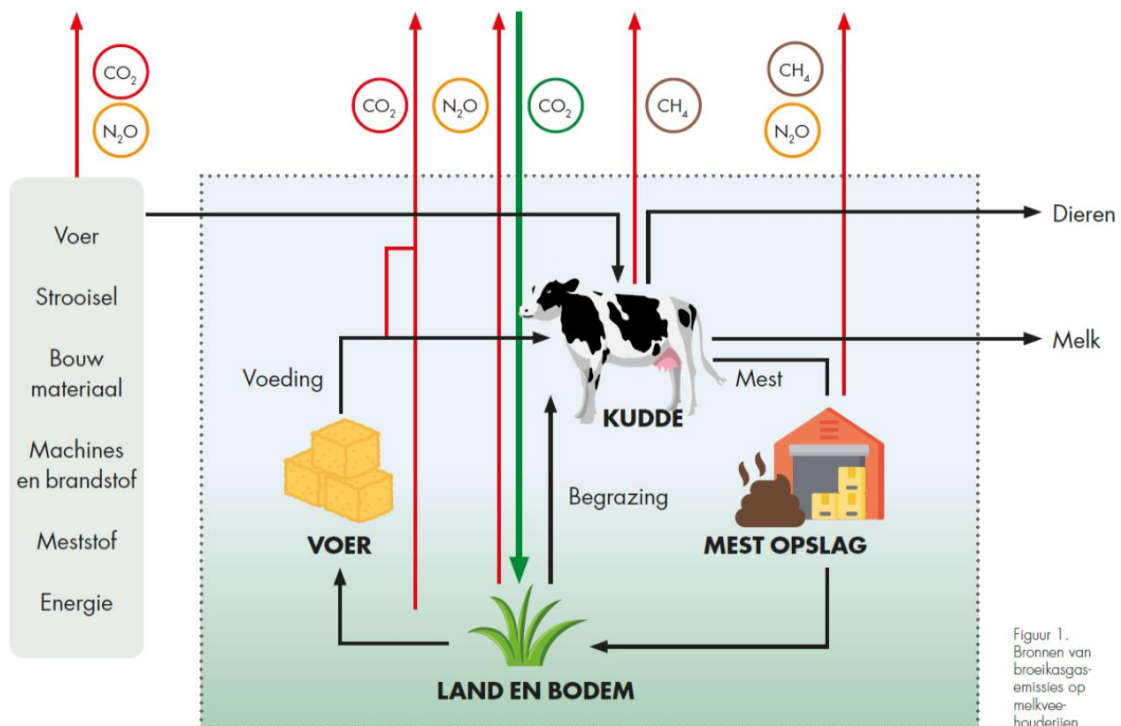
Van de andere meest voorkomende grassen uit Handboek Melkveehouderij scoren kropaar en rietzwenkgras daarna het hoogst met een 6 op schaduwtolerantie. Kropaar scoort een 8 op droogteresistentie, een 7 op wintervastheid en smakelijkheid, een 6 op betredingstolerantie en een 5 op zodevorming. Rietzwenkgras scoort een 8 op droogteresistentie, een 7 op wintervastheid en een 6 op zodevorming, smakelijkheid en betredingstolerantie. Indien de gemiddelde score wordt berekend op alle zes de criteria, dan scoren kropaar en rietzwenkgras beiden een 6,5 (Aanbevelende Rassenlijst Veehouderij, 2019; van Middelkoop et al., 2019). Uit de analyse lijken kropaar en rietzwenkgras naar voren te komen als meest geschikte grassen op een schaduwrijk grasland.

Kan een Agrovoltac systeem een rol spelen in het klimaatneutraal maken van het boerenbedrijf?

Aanvullend op het Agrovoltac 2.0 rapport heeft Trioinvestment gevraagd te beschrijven hoe het Agrovoltac systeem positief kan bijdragen in het klimaatneutraal maken van de bedrijfsvoering.

Omdat het doorrekenen en modelleren van een bedrijf maatwerk is, kunnen wij niet panklaar doormeten hoe de boer zijn bedrijfsvoering moet inrichten, maar kunnen daar wel een kwalitatieve handreiking in doen, die deels getalsmatig is onderbouwd.

Om door te rekenen wanneer een melkveehouder klimaatneutraal produceert is het belangrijk inzichtelijk te hebben wat de belangrijkste factoren zijn die zorgen voor de uitstoot van broeikasgassen op een melkveebedrijf. In figuur 1 zijn deze weergegeven.



Figuur 1: Bron, EKOLAND, juni 2018

Op het melkveebedrijf komen drie broeikasgassen vrij, zoals ook figuur 1 laat zien:

- Kooldioxide (CO_2), via energiegebruik (gas, diesel, elektriciteit)
- Methaan (CH_4) via de koeienpens en mestopslag
- Lachgas (N_2O) via grondbewerking en bemesting

Hoewel kooldioxide het bekendste broeikasgas is, spelen vooral lachgas en methaan in de veehouderij een hoofdrol (296 keer resp. 25 keer sterker dan kooldioxide).

Maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen te beperken zijn bijvoorbeeld: veranderingen in rantsoen, bemesting, huisvesting en bodemgebruik, en dus afhankelijk van de specifieke bedrijfsvoering. De emissies worden berekend in de Kringloopwijzer.

Emissiebronnen op een melkveebedrijf

De meeste emissie binnen een melkveebedrijf wordt uitgestoten door de koe zelf. Het verteringsproces van het gras neemt al 57% in van de totale uitstoot. Andere bronnen zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Emissiebronnen op een melkveebedrijf (bron: Koeien en klimaat, WUR_report_462757)

Emissiebron op een melkveebedrijf	Aandeel
Pensfermentatie	57%
Begrazing	16%
Mestopslag	10%
Emissie uit de bodem	7%
Fossiele energie	5%
Mesttoedining	2%
Voeraankoop	2%
Transport en Arbeid	1%

Omdat de koeien zelf de belangrijkste bron van broeikasgassen zijn zal er gecompenseerd moeten worden, wanneer de melkveehouder bijvoorbeeld klimaatneutrale melk wil produceren. Een Agrovoltac systeem kan hierbij helpen zonder dat er een significante claim wordt gelegd op de landbouwgrond. Sterker nog, wanneer er voor een configuratie wordt gekozen met een lage bedekking (10 %) kan het Agrovoltac systeem als 'afdak' dienen voor de koeien en zorgen voor verzachtende klimaatomstandigheden voor gewassen. Zie ook de eerder opgeleverde rapportage.

Omdat elk melkveebedrijf anders is (veen versus hoge zandgrond versus klei, grondgebonden of niet, etc.) is het berekenen van de emissies op het melkveebedrijf in Middenmeer dus maatwerk. Er bestaan wel wat kengetallen waarmee we kunnen rekenen om een idee te krijgen van de situatie op het bedrijf in Middenmeer:

- Zo heeft de WUR berekend dat Nederlandse melkveebedrijven in 2015 gemiddeld 1,24 kg CO₂-equivalenten aan broeikasgassen per kilo melk uitstootten. In dit getal zijn alle emissies opgeteld vanaf de aankoop van grondstoffen en de teelt van voer tot aan het moment dat de melk het erf van de boerderij verlaat.
- Daarnaast is het van belang te weten wat je bespaart aan CO₂-uitstoot door deze duurzaam op te wekken met zonnepanelen. Met elke duurzaam opgewekte kWh bespaar je zo'n 0,46 kilo CO₂.

Als we ervan uitgaan dat een koe ongeveer 8.000 kg melk per jaar produceert kunnen we 'quick and dirty' uitrekenen wat dit betekent voor de veestapel van het bedrijf in Middenmeer.

Klimaatneutrale melkproductie

Onze eerste inschatting is dat voor het produceren van klimaatneutrale melk er 18,65 ha grond nodig is die voor 10% bedekt is met zonnepanelen in de vorm van een Agrovoltac systeem.

- 10% bedekking 18,65 ha
- 49% bedekking 3,7 ha

Wanneer we naar de perceelspecificaties kijken van het melkveebedrijf in Middenmeer dan zien we in tabel 2 dat beide weidepercelen (317 en 318) een dergelijk systeem qua grootte zouden kunnen faciliteren, met de bijkomende voordelen voor het dierenwelzijn en de vereenvoudigde weidegang.

Tabel 2: Perceelspecificaties bedrijf Middenmeer

Perceelnummer	Grootte (ha)	Grondgebruik
285	34,1	50% suikerbieten/aardappelen en 50% gras.
595	7,5	gras, tulpen en uien
769	9,8	gras, tulpen en uien
319	17,2	aardappelen en tulpen
318	18,1	Gras (weidegrond) en maïs
317	17,8	gras (weidegrond) en maïs
634	19,5	Gras en aardappelen
491	6,8	Mais
454	9,5	Tulpen, maïs en uien
456	8,9	Tulpen, maïs en uien
125 (Barsingerhorn)	2,3	Suikerbieten
136 (Barsingerhorn)	9,6	Suikerbieten

Naast klimaatneutraal melk produceren is ook het produceren van eigen eiwit belangrijk. Dit levert natuurlijk ook nog eens extra klimaatwinst op in de aanvoerketen van voer. Zowel boer Polle als mede-eigenaar boer Jansen hebben de voorkeur om percelen 491, 454 en 456 te gebruiken voor de nieuwe eiwitteelt. Dit zijn percelen waar nu maïs, tulpen en uien worden geproduceerd. Dit zijn saldogewassen en zijn een primaire inkomstenbron voor de boer naast de melkproductie. Wanneer hier gewassen op geteeld gaan worden ten behoeve veevoer dan zullen de inkomsten daarmee dalen, maar de inkoopkosten op veevoer ook. Er kan dan gekozen worden voor de teelt van schaduwtolerantere soorten (zie eerder opgeleverde rapportage) voor de kweek van eigen eiwit i.c.m. een agrovoltac systeem.

Vraag en antwoord

- *Wat is het prijsverschil tussen reguliere melk versus klimaatneutrale melk? En hoe werkt dit door in binnen het bedrijf van de boer in Middenmeer?*

De melkfabriek heeft een duurzaamheidsprogramma, CONO heeft al vele jaren het programma Caring Dairy. Energie, milieu, welzijn, eigen voer zijn speerpunten. In totaal zijn er premies beschikbaar ter hoogte van 0,75 euro per 100 kg melk. De melkveehouder kan kiezen uit 18 indicatoren en daarmee stapelen. Elke indicator, zoals nog meer vers gras in het rantsoen, of eigen energie produceren, kan 5 cent per 100 kilo melk opleveren. In geval van de melkveehouder gaat dit dus over maximaal 15.000 euro per jaar of ongeveer 1.000 euro per maatregel. CONO biedt ook mogelijkheden om GVO's te verkopen aan de fabriek. *We beschouwen nu de situatie in 2020, maar met veranderende wet- en regelgeving, wat zijn dan factoren in de keten van melkproductie (zie ook figuur 1) die een belangrijke rol gaan spelen in het produceren van klimaatneutrale melk? Wat betekent dit voor de inpassing van een Agrovoltac-systeem?*

We kunnen een trend zien in de vraag naar duurzame producten. De zuivelketen reageert daarop. Wij denken dat de vraag naar klimaatneutrale melk toeneemt: Albert Heijn wil een deel al in 2021 aanbieden. A-ware geeft aan dat zijn premies willen uitbetalen van 3 euro/100 kg voor weidegang en 2 euro/100 kg voor klimaatmaatregelen. Ook Arla en Friesland Campina hebben dergelijke plannen. CO₂ reductie is eenvoudiger dan methaanreductie. Voermaatregelen kunnen wel een positief effect hebben. Eigen eiwit produceren is een belangrijke bekende verandering. De melkveehouder anticipeert hier al op in zijn wens tot meer eiwitgewassen te telen. Verder zet het aankomende GLB (2023) ook in op vergroening en is een afname van directe betalingsrechten waarschijnlijk.

- Kunnen wij een inschatting maken hoeveel ruimte er nodig is om eigen eiwitgewassen te produceren voor een koppel van 200 koeien? Zie ook de info hieronder:

Per jaar is 149 ton RE benodigd op bedrijfsniveau volgens onze inschatting en op basis van de verstrekte gegevens. Er kan door de 3 percelen om te zetten in gras een 55,4 Ton extra eiwit geproduceerd worden. Hierdoor zal de aankoop van eiwit verlaagd kunnen worden naar +/- 95 Ton. Met het omzetten van deze percelen kan dus niet de totale eiwitbehoefte zelf geproduceerd worden. Alles vervangen is niet handig omdat je met krachtvoer beter kan sturen en er ook andere redenen zijn om bijvoorbeeld bierborstel te voeren (bijvoorbeeld de verbetering van de voeropname).

Specifieke informatie over de opbrengst en bedrijfsvoering van het bedrijf in Middenmeer:

De teelt kent een output van ca. 40 ton/ha voor aardappelen, 55 ton/ha voor mais en 60 ton/ha voor uien.

Er is voldoende grond om mest te distribueren, incidenteel rijdt de boer naar wat extra 25 ha grond die ze hebben in Schagen mocht er wat teveel zijn. Gemiddeld produceert een koe 25m³ en er zijn er 200 op de boerderij van Polle.

Als voer wordt in hoofdzaak 6 kg krachtvoer per koe per dag gebruikt met weinig eiwit.

Daarbij bierborstel ruwvoer 2 kg per koe per dag met redelijk eiwit.

En ten slotte eiwitrijk sojaschroot 1 kg per koe per dag.