



Zonneparken in agrarisch gebied: effecten op bodemkwaliteit

J.A. Keuskamp, D.W. Dijkman en R.J. Gommer

Zonneparken in agrarisch gebied: effecten op bodemkwaliteit

Auteurs: J.A. Keuskamp, D.W. Dijkman en R.J. Gommer

© CLM, publicatienummer 970, September 2018

CLM Onderzoek en Advies

Postbus:

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres:

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

F 0345 470 799

www.clm.nl

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	4
Literatuuroverzicht zonneparken en bodemkwaliteit	6
1.1 Inleiding	6
1.2 Organische stof en vegetatie	6
1.3 Beheer	8
1.4 Bodemstructuur	8
1.5 Verontreinigingsrisico	8
1.6 Conclusie	9
2 Maatregelen ten behoeve van behoud bodemkwaliteit zonneparken	10
2.1 Inleiding	10
2.2 NZ-georiënteerde zonneparken	11
2.3 Dubbel gebruik: beweiding	12
2.4 OW-georiënteerde zonneparken	13
2.5 Conclusie	14
Referenties	15

Voorwoord

Zonnepanelen voorzien in toenemende mate in de behoefte aan duurzame energie. Behalve op daken in stedelijk gebied worden er ook steeds meer zonneparken in het buitengebied gepland waarbij overwegend agrarische grond tijdelijk een nieuwe bestemming krijgt als zonneveld. Voor de (tijdelijke) conversie van landbouwpercelen in zonnelvelden is in veel gevallen een vergunning voor het afwijken van het bestemmingsplan vereist die wordt verleend door de betreffende gemeente.

De Omgevingsdienst Veluwe IJssel (OVIJ) is gevraagd om advies bij de vergunningprocedure voor het mogelijk maken van 5 pilot zonneparken in de gemeente Apeldoorn. Hiernaast wordt om inhoudelijke input gevraagd voor een kader waaraan toekomstige initiatieven getoetst kunnen worden. Het aspect bodem is onderdeel van deze adviezen. De verwachting is dat deze en vergelijkbare vragen in de komende jaren vaker gesteld zullen worden, ook vanuit andere partnergemeenten. In voorbereiding hierop heeft de OVIJ CLM gevraagd om de effecten van zonnepanelen op bodemleven en bodemkwaliteit in kaart te brengen.

Het rapport dat voor u ligt bestaat uit twee delen: In het eerste deel (H 1) wordt de bestaande kennis over dit onderwerp samengevat, geven we een overzicht van de te verwachten effecten tijdens de plaatsingsperiode van 30 jaar en de consequenties voor de gebruikswaarde bij herbestemming voor de landbouw. In deel twee (H 2) worden er opties uitgewerkt waarmee de bodemkwaliteit zoveel mogelijk kan worden behouden en de biodiversiteitswaarde van de vegetatie zoveel mogelijk wordt vergroot.

Samenvatting

De aanleg van zonneparken op agrarische percelen brengt grote veranderingen met zich mee voor de bodem. De geplaatste panelen vormen een barrière voor zon en hemelwater, de begroeiing op de bodem verandert, de bodembewerking wordt gehinderd en blijft vaak achterwege. Hierdoor veranderen de chemische, biologische en fysische eigenschappen van de bodem, met mogelijk langdurige gevolgen voor de bodemkwaliteit.

Metingen van de langetermijneffecten hiervan ontbreken door het relatief korte bestaan van zonneparken. In de literatuur wordt een veelheid van mogelijke effecten voorzien, die over het algemeen goed te herstellen zijn. De belangrijkste oorzaak van een eventuele achteruitgang in bodemkwaliteit is een afname van organische stof (OS) door verminderde groei van planten. Hoewel dit vrijwel zeker zal optreden bij zonneparken in een Oost-West (OW) opstelling lijkt het bij goed beheer mogelijk om bij Noord-Zuid (NZ) georiënteerde parken de OS-concentratie te behouden of zelfs te verhogen ten opzichte van de uitgangssituatie. Waar de plaatsing van een zonnepark vrijwel zeker tot een achteruitgang van de bodemkwaliteit leidt in kruidenrijk grasland, zal er mogelijk juist een vooruitgang van de bodemkwaliteit betekenen als deze wordt geplaatst op een perceel dat voornamelijk in gebruik was voor akkerbouwmatige teelt.

In alle gevallen moet er rekening worden gehouden met de draagkracht van de bodem tijdens de constructie om verdichting te vermijden en waar mogelijk te voorkomen. Door beperking van verdichting is de vegetatie beter bestand tegen de veranderingen in hydrologie als gevolg van aanwezigheid van zonnepanelen, wordt er meer organische stof vastgelegd, en is er minder uitspoeling naar naburige sloten.

In NZ-oriëntatie lijken de negatieve effecten op de bodemkwaliteit te worden gecompenseerd door verminderde verstoring van de bodem en meer diverse vegetatie. Daardoor valt een vermindering van de gebruikswaarde als gevolg van onomkeerbare veranderingen en aantasting van de bodem, niet te verwachten. Bij parken in OW-oriëntatie zijn de effecten op de vegetatie veel groter en kan er wel een sterkere achteruitgang worden verwacht. Het is dan ook met name bij deze parken aan te raden om na het uit gebruik nemen van gronden die dienst hebben gedaan als zonnepark, rekening te houden met een herstelperiode om het bodemleven te activeren en de hoeveelheid effectieve organische stof te verhogen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door woelen gevolgd door een periode met kruidenrijk grasland of het verbouwen en onderploegen van goed wortelende gewassen zoals luzerne. Naar verwachting valt de bodemkwaliteit hiermee voldoende te herstellen om opnieuw te kunnen worden gebruikt voor de verbouw van gewassen.

Het beheer van de bodem van de zonneparken wordt beter naarmate het lukt om er een meer diverse vegetatie zich weet te ontwikkelen. Vooral als de panelen op percelen worden geplaatst waar voorheen akkerbouwmatige teelt plaatsvond (incl. mais), verdient het overweging om de vegetatie ontwikkeling actief te sturen door het inzaaien van inheemse planten. Bij de NZ georiënteerde panelen en tussen de panelen bij OW georiënteerde parken, kan deze vegetatie bestaan uit licht minnend kruidenrijk grasland. Alleen onder de panelen van OW georiënteerde parken is er weinig licht en moet een aangepaste soortengroep worden geïntroduceerd (uiteraard nog steeds inheems). Een begroeid zonnepark biedt mogelijkheden voor beweiden met schapen en dat komt de

bodemontwikkeling ten goede. Het beheer moet erop gericht zijn om de hoeveelheid organische stof te behouden en versterken.

Deze studie laat zien dat aan lange termijn effecten van zonnepanelen op de bodem nog vrijwel niets is gemeten. Dat kan ook niet, want zij bestaan pas kort. De aanbeveling is om een (extensief) monitor programma op te zetten, waarbij niet alleen de vegetatie wordt gemonitord maar ook de bodemkwaliteit (organische stof, infiltratiesnelheid en bodemleven).

1

Literatuuroverzicht zonneparken en bodemkwaliteit

1.1 Inleiding

De invloed van zonneparken op de bodem kunnen worden onderverdeeld in directe effecten en indirecte effecten. Directe effecten zijn een onmiddellijk gevolg van de aanwezige constructies, terwijl indirecte effecten worden veroorzaakt door veranderingen in de biologische, fysische, en chemische evenwichten in de bodem. Over het algemeen vallen directe effecten samen met de plaatsingsperiode van een zonnepark, terwijl indirecte effecten pas na verloop van tijd optreden en lange tijd na verwijdering aanwezig kunnen blijven. Een belangrijke uitzondering hierop is ondergrondverdichting: dit kan al bij de constructie ontstaan als daarbij zware machines worden gebruikt of als dit plaatsvindt onder natte condities. Op zandgrond vindt van zulke verdichting nauwelijks natuurlijk herstel plaats, zodat de gevolgen nog merkbaar zijn tot ver na de levensduur van een zonnepark.

De gebruikswaarde van landbouwgrond na een gebruikperiode van 30 jaar wordt grotendeels bepaald door de sterkte en duur van indirecte effecten. Zo zou een afname in microbiële activiteit of beschikbare organische stof de bodemweerbaarheid en bodemkwaliteit langdurig kunnen aantasten als er geen herstelmaatregelen worden genomen. Omdat het enige tijd duurt voordat zulke effecten zichtbaar worden zijn ze lastig te kwantificeren en het aantal publicaties hierover is beperkt. Toch is het mogelijk om hier een redelijke inschatting van te maken op basis van de bestaande literatuur.

1.2 Organische stof en vegetatie

De invloed van zonneparken op de bodem hangt in belangrijke mate af van veranderingen in de aanvoer van organische stof (OS). De hoeveelheid en samenstelling OS is bepalend voor het overgrote deel van de ecosysteemdiensten die worden geleverd door een bodem en speelt een belangrijke rol bij het behoud van structuur, vruchtbaarheid, watervasthoudend vermogen en productie^{3,4}. Als de aanvoer van OS uit mest of planten lager is dan het verlies door afbraak daalt de

OS-concentratie tijdens de gebruikperiode van het park. Het opnieuw opbouwen van organische stof kan enkele jaren tot decennia in beslag nemen en vergt aanpassingen in het management^{5,6} waardoor de potentiële waarde voor de landbouw lager is.

Zonnepanelen remmen de plantengroei en daarmee de aanvoer van organische stof. De vegetatie onder OW georiënteerde zonneparken¹ kan tot 90% minder licht ontvangen voor fotosynthese¹, wat resulteert in een sterke afname in plantengroei⁷. Onder een park met OW-oriëntatie verdwijnt de vegetatie grotendeels, waarmee er ook substantieel minder organisch materiaal wordt aangevoerd. Bij de berekening van het potentieel organisch stofverlies gaan we uit van de voor Nederland gemiddelde jaarlijkse afbraakconstante van 2%⁸ gecorrigeerd voor een geschatte bodemverkoeling van 5°C onder de zonnepanelen⁷. Bij een levensduur van 30 jaar zou het OS gehalte met wel 35% kunnen afnemen in het geval er geen plantengroei is. Om toch nog enige vegetatie te behouden onder een OW opstelling kunnen de panelen hoger (~3 m) en met enige tussenruimte worden geplaatst⁹.

In parken met een NZ-oriëntatie komt meer licht onder de zonnepanelen, door de open ruimtes en blijft ook daar vegetatie aanwezig. In Westmill Solar Park in het Verenigd Koninkrijk was de biomassa onder panelen 75% lager dan in het open veld, maar werd de plantengroei tussen panelen nauwelijks gehinderd⁷. Als biomassa evenredig schaal met OS-aanvoer betekent dit een geschatte afname van 7% in 30 jaar ten opzichte van een perceel met gelijke vegetatie en beheer maar zonder panelen.

In een NZ-zonnepark ontstaan verschillende microklimaten tussen en onder de panelen: behalve meer schaduw is het onder de panelen koeler en droger dan daarnaast^{7,10}. Hierdoor is de vegetatie onder NZ zonneparken meer divers dan in vergelijkbare onbedekte percelen^{11,12}. Dit zorgt – door de andere soortensamenstelling - voor een diepere beworteling en hogere biodiversiteit in de bodem waardoor er meer organische stof wordt vastgelegd¹³⁻¹⁵. Hierdoor zal het OS-gehalte in percelen met panelen in een NZ-oriëntatie naar verwachting naar vergelijkbaar evenwicht gaan als kruidrijk grasland. Dit betekent een substantiële toename in organische stof als het perceel in gebruik was als akkerland, en mogelijk een lichte toename als er sprake was van intensief gemanaged grasland met voornamelijk Engels raaigras. In Nederland is zo'n toename in organische stof bijvoorbeeld voorzien in de onderbouwing voor Zonnepark Zevenhuizen in de gemeente Zuidplas¹⁶.

Zonneparken in NZ-en OW-oriëntatie

Zonneparken worden – om energie technische redenen - geplaatst in een NZ (Noord-Zuid-oriëntatie of een OW (Oost-West)-oriëntatie, die sterk verschillen in de mate van afdekking. In een zonnepark met een NZ-oriëntatie vormen de zonnepanelen gesloten rijen die op het zuiden zijn gericht. Om onderlinge beschaduwning te beperken worden de rijen op enige afstand van elkaar geplaatst waardoor 50-66% van de bodem wordt vrijgelaten. Het gevolg hiervan is dat plantengroei mogelijk blijft en er relatief weinig verstoring optreedt tussen de panelen. In een OW-oriëntatie is onderlinge beschaduwning tussen zonnepanelen geen probleem en staan de panelen in vrijwel horizontaal in bijna aaneengesloten rijen. Hierbij wordt vrijwel het gehele oppervlakte bedekt¹. De impact van dit type zonneparken op de bodem dal groter zijn dan die van NZ-georiënteerde parken, maar concrete kennis hierover ontbreekt nog¹. OW-oriëntatie wordt toegepast in één van de grootste zonneparken van Nederland: Sunport in Delfzijl², dat in 2017 in gebruik is genomen.

¹ Westmill Solar Park (VK), NZ zonnepark met een bedekking van 30% in rijen van 4.4 m en een hoek van 30°

1.3 Beheer

Het beheer van de bodem en vegetatie van zonneparken is bepalend voor de ontwikkeling van de bodem⁷. Goed beheer biedt kansen om de bodem tot rust te laten komen zodat de bodemkwaliteit verbetert ten opzichte van het agrarisch gebruik. Over het algemeen neemt de intensiteit van agrarisch beheer bij conversie sterk af. Minder intensieve begrazing of een conversie van bouwland naar kruidenrijk grasland (bij NZ-opstelling) kan de OS concentratie verder doen toenemen¹⁷. Het gebruik van herbiciden en meststoffen blijft (grotendeels) achterwege en er vindt geen kerende grondbewerking meer plaats^{10,18}. Het uitblijven van bodembewerking en bemesting leidt naar verwachting tot verbetering van de bodemkwaliteit door een toename van het aantal langzaam groeiende micro-organismen, schimmels en regenwormen^{19,20}. Hierdoor verbetert de structuur en wordt er meer koolstof vastgelegd^{19,20}. Daarnaast zorgt de grotere biodiversiteit in de bodem voor minder uitspoeling, een beter ziektevermogen en een groter herstellend vermogen bij verstoring²¹.

1.4 Bodemstructuur

De structuur van de bodem is goed als deze open genoeg is om water op te nemen en vast te houden en wortels tot diepere bodemlagen kunnen doordringen. Bij het bewerken van de bodem kan de structuur worden aangetast, waardoor de bodem uiteindelijk verdicht raakt. Verdichting tast de bufferende werking van bodem aan en zorgt ervoor dat wortels niet goed in de bodem kunnen doordringen. Als gevolg hiervan groeien planten minder goed, is de bodem minder goed bestand tegen droogte en vindt er meer afspoeling plaats bij regen omdat de bodem minder vocht kan opnemen. Op zandgrond vindt van zulke verdichting nauwelijks natuurlijk herstel plaats²², zodat de gevolgen merkbaar blijven zolang er niet actief herstelmaatregelen worden genomen. Omdat dit niet plaats kan vinden zolang de panelen aanwezig zijn, zal bodemverdichting die ontstaat bij de aanleg de bodem tijdens de gehele levensduur van het park negatief beïnvloeden.

De bodemstructuur kan bij de aanleg al sterk verstoord raken, met negatieve gevolgen voor de bodemkwaliteit tijdens de levensduur van het zonnepark en er na. Soms wordt hierbij de top laag van de bodem verwijderd, waardoor de structuur verloren gaat en plantengroei ernstig wordt gehinderd¹⁰. Daarnaast is er een risico op ondergrondverdichting als er tijdens de aanleg van parken gebruik wordt gemaakt van zware machines, of als dit plaatsvindt onder natte omstandigheden²². De verankering van zonnepanelen maakt het noodzakelijk om gaten van enkele meters diep te graven of boren, waardoor er lokaal sterke verstoring optreedt. De verdichting van bodem kan ook tijdens de levensduur van het park ontstaan door plaatselijke afwatering van zonnepanelen langs de randen of verankeringspalen, met name bij bodems met een hoog lutumgehalte (afslibbaar > 50%). Hierdoor is er kans op uitspoelings- en afspoelingszones waar minder nutriënten beschikbaar zijn. Er is dan kans op een neerwaartse spiraal: minder plantengroei, meer dichtslaan, minder plantengroei, etc. In een dergelijk geval is lokaal grondbewerking (tuinfrees) gewenst in combinatie met extra organische stof en Calcium bemesting. Of dit optreedt, zal de praktijk moeten bewijzen (monitoring).

1.5 Verontreinigingsrisico

Zonnepanelen kunnen substantiële hoeveelheden lood en cadmium bevatten (~ 60–75 kg/ha bij volledige bedekking met reguliere panelen²³). Bij beschadiging spoelen kleine hoeveelheden van deze stoffen af in de bodem. Bij brand zijn dit toxische hoeveelheden²⁴ en moet rekening gehouden

worden met ernstige vervuiling. Eventueel kan dit worden voorkomen door het plaatsen van lood- en cadmiumvrije panelen. Daarnaast kunnen bevestigingen van verzinkt staal zink afgeven aan bodem en grondwater²⁵. Mogelijk kan dit leiden tot een langdurige verhoging van de acceptabele hoeveelheden zink in de bodem.

1.6 Conclusie

Zonnepanelen beïnvloeden de hydrologie, samenstelling en structuur van de bodem. De effecten hiervan worden sterk gestuurd door de diversiteit en groei van de vegetatie. Bij parken in de NZ oriëntatie lijken de gevolgen van zonneparken op de bodemkwaliteit beperkt te zijn, zoals ook gereflecteerd in de literatuur¹⁸. Bij parken in OW-oriëntatie verdwijnt de vegetatie grotendeels en zijn de gevolgen voor de bodemkwaliteit groter. Hierdoor is een herstelperiode nodig van enkele jaren of langer om het bodemleven te activeren en de hoeveelheid effectieve organische stof te verhogen. Zowel in OW als NZ-parken kan worden verwacht dat er plaatselijke verschillen in OS-gehalte, nutriëntenconcentratie en structuur ontstaan. De zo ontstane heterogeniteit zal, bijvoorbeeld door woelen, moeten worden opgeheven om de bodem weer geschikt te maken voor normaal agrarisch gebruik. Naar verwachting zal de bodem in alle gevallen voldoende herstellen om na een gebruiksperiode van dertig jaar weer in gebruik te worden genomen als landbouwgrond. Gelet op het relatief nieuwe fenomeen van zonneparken, is het belangrijk om vanaf het begin een (extensief) monitoringsprogramma op te zetten. Voor de bodem zijn de belangrijkste parameters het organisch stofgehalte, bodemleven en de bodemstructuur (infiltratiesnelheid). Dat een keer in de vijf jaar meten ijkt vooralsnog voldoende.

2

Maatregelen ten behoeve van behoud bodemkwaliteit zonneparken

2.1 Inleiding

Er zijn verschillende condities waaronder het verlies aan organische stof in de bodem wordt beperkt of waaronder de hoeveelheid organische stof zelfs toeneemt. Het is hierbij cruciaal dat zich onder het zonnepark een gezonde vegetatie kan ontwikkelen. Afhankelijk van de uitgangssituatie kunnen hier verschillende beheersmaatregelen worden getroffen. Men kan kiezen voor een natuurlijke ontwikkeling van de vegetatie, maar ook voor het actief inzaaien van verschillende plantensoorten.

Landbouwgewassen zijn over het algemeen geselecteerd op snelle groei onder optimale omstandigheden. Met het plaatsen van zonnepanelen neemt de hoeveelheid zonlicht die de vegetatie bereikt sterk af, waarmee zon-minnende soorten zullen verdwijnen. Toch zijn er op zonneparken voldoende mogelijkheden om een gezonde vegetatie in stand te houden, waarmee de bodemkwaliteit op peil kan blijven. Als panelen worden geplaatst in een NZ-oriëntatie is er nog 60% tot 80% procent van het licht beschikbaar voor de vegetatie⁷. Dit is voldoende voor schaduw-minnende planten om zich op te ontwikkelen en ook zonder ingrijpen zal zich een vegetatie ontwikkelen onder een zonnepark.

Een alternatief voor het afwachten van natuurlijke successie, is het inzaaien van land bij het plaatsen van de panelen. Dit heeft als voordeel dat er al vanaf het begin een goede vegetatie aanwezig is en dat er geselecteerd kan worden op voor de bodem wenselijke eigenschappen. Hieronder worden verschillende combinaties van soorten gegeven die hiervoor geschikt zouden zijn, rekening houdend met de in het gebied van de omgevingsdienst OVIJ voorkomende bodemtypen zand en klei. Voor elke plant is daarnaast ook aangegeven wat de verwachte groeihoogte is en hoe het wortelgestel er uit ziet. Daarnaast zijn ook andere eigenschappen aangegeven met betrekking tot de wenselijkheid van voorkomen (waardplant etc.). Voor nagenoeg alle genoemde soorten geldt dat deze van nature in de regio kunnen voorkomen; waar dit niet het geval is, is dit aangegeven.

2.2 NZ-georiënteerde zonneparken

Wat de ideale kandidaat soorten zijn voor NZ-georiënteerde zonneparken hangt af van de specifieke soorteigenschappen van deze planten voor licht- en droogtetolerantie. Onder een NZ-opstelling bereikt ongeveer 60 tot 80 % van het licht de vegetatie⁷ en is droogte stress veelal een probleem, doordat de bodem wordt afgeschermd voor neerslag. Op basis van een onderzoek van Armstrong *et al.*, (2016)⁷, hebben we de Ellenberg-waarden voor licht- en droogtetolerantie van de planten vergeleken. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen planten die goed gedijen onder de zonnepanelen en van de planten die goed gedijen tussen de panelen²⁶. Hieruit blijkt dat soorten die goed gedijen onder de panelen geen lagere Ellenberg-waarde voor licht hebben (schaduw toleranter zijn) dan planten die hier niet gedijen. Dit suggereert dat er bij een NZ-oriëntatie nog voldoende licht bij de planten komt en de afname in lichtintensiteit de groei van “lichtplanten” niet (voldoende) beperkt. Hetzelfde vonden we voor vochtigheid. Droogte-resistente planten deden het niet significant beter onder de panelen dan niet droogte-resistente planten. Hieruit concluderen we dat reguliere gras-/kruidenmengsels goed moeten kunnen gedijen onder NZ-georiënteerde zonneparken. Op basis hiervan raden we aan om commercieel verkrijgbare gras-/kruidenmengsels in te zaaien onder NZ-georiënteerde zonneparken (o.a. mengsels van DLF, Agrifirm en Neutkens; zie tabellen 2.1-2.3). De laatste biedt specifieke mengsels aan voor zand en klei. Deze gevarieerde mengsels hebben een hoge biodiversiteitswaarde. Een groot deel van de in de mengsels voorkomende planten zijn waardplant voor o.a. natuurlijke vijanden, wilde bijen en dagvlinders²⁷. Ook hebben de plantensoorten in deze mengsels verschillende wortelstelsels^{28,29}. Zo'n divers wortelpatroon houdt de bodemstructuur in stand en zorgt voor hogere input van organisch materiaal. Een aandachtspunt is dat er een aantal soorten tussen zitten die hoger kunnen groeien dan 70 cm, de minimale paneelhoogte, en hiermee dus boven de zonnepanelen uit zouden kunnen groeien^{28,29}. Het hoger plaatsen van de panelen zou dit probleem kunnen voorkomen. Bij het plaatsen op een hoogte van 70 cm is beheer van de vegetatie noodzakelijk. Dit kan doormiddel van maaien, maar beweiding door kleine grazers (dubbel gebruik) kan een goed alternatief zijn.

Tabel 2.1: DLF “Weide KruidenMix”

DLF "Weide KruidenMix"*	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Planthoogte (cm)	Wortelgestel	Natuurlijke			
					Inheems	vijanden	Wilde bijen	Dagvlinders
Kruiden	Cichorei	Cichorium intybus	30-120	penwortel	ja	ja	ja	nee
	Esparcette	Onobrychis viciifolia	20-70	penwortel	ja	ja	ja	ja
	Wilde peen	Daucus carota	30-90	penwortel	ja	ja	ja	ja
	Smalle weegbree	Plantago lanceolata	5-45	rhizoom/wortelstok	ja	ja	ja	ja
	Karwij	Carum carvi	30-60	penwortel	ja	ja	nee	ja
	Duizendblad	Achillea millefolium	15-50	wortelstok + bijwortels	ja	ja	ja	nee
	Luzerne	Medicago sativa	30-80	penwortel + mycorrhiza	ja	ja	ja	ja
	Rode klaver	Trifolium pratense	15-50	penwortel + wortelknollen	ja	ja	ja	ja
	Witte klaver	Trifolium repens	5-25	internodiën wortels + wortelknollen	ja	ja	ja	ja
	Gewone rolklaver	Lotus corniculatus	5-25	wortelknollen	ja	ja	ja	ja

* Voor een goed resultaat dient deze mix te worden aangevuld met graszaadmengsel

Tabel 2.2: Agrifirm “Wildweidemengsel”

Agrifirm "Wildweidemengsel"	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Planthoogte (cm)	Wortelgestel	Natuurlijke				
					Inheems	vijanden	Wilde bijen	Dagvlinders	
Kruiden	Cichorei	Cichorium intybus	30-120	penwortel	ja	ja	ja	nee	
	Esparcette	Onobrychis vicifolia	20-70	penwortel	ja	ja	ja	ja	
	Wilde peen	Daucus carota	30-90	penwortel	ja	ja	ja	ja	
	Smalle weegbree	Plantago lanceolata	5-45	rhizoom/wortelstok	ja	ja	ja	ja	
	Karwij	Carum carvi	30-60	penwortel	ja	ja	nee	ja	
	Kleine pimpernel	Sanguisorba minor	15-60	penwortel	ja	ja	ja	ja	
	Pastinaak	Pastinaca sativa	60-90	penwortel	ja	ja	ja	ja	
	Peterschie	Petroselinum crispum	20-60	penwortel	nee*	ja	nee	ja	
	Kamille	Matricaria chamomilla	10-40	hoofd- en bijwortels	ja	ja	ja	ja	
	Goudsbloem	Calendula officinalis	30-45	penwortel	nee*	nee	nee	nee	
	Kaasjeskruid	Malva sylvestris	30-120	hoofd- en bijwortels	ja	ja	ja	ja	
	Basterdklaver*	Trifolium hybridum	25-100	penwortel + wortelknollen	ja	nee	nee	nee	
	Duizendblad (gewoon)	Achillea millefolium	15-50	wortelstok + bijwortels	ja	ja	ja	nee	
	Luzerne	Medicago sativa	30-80	penwortel + mycorrhiza	ja	ja	ja	ja	
	Rode klaver	Trifolium pratense	15-50	penwortel + wortelknollen	ja	ja	ja	ja	
	Witte klaver	Trifolium repens	5-25	internodiën wortels + wortelknollen	ja	ja	ja	ja	
	Rolklaver (gewone)	Lotus corniculatus	5-25	wortelknollen	ja	ja	ja	ja	
	Grassen	Engels raigras	Lolium perenne	10-90	bijwortelstelsel	ja	nee	nee	ja
		Beemdlangbloem	Festuca pratensis	30-90	bijwortelstelsel	ja	x	x	x
		Kropaar	Dactylis glomerata	30-125	bijwortelstelsel	ja	ja	nee	ja
Timothee		Phleum pratense	40-150	bijwortelstelsel	ja	x	x	ja	
Veldbeemdgras		Poa pratensis	10-90	rhizoom/wortelstok	ja	x	nee	ja	
Goudhaver		Trisetum flavescens	25-60	bijwortelstelsel	ja	x	x	x	
Roodzwenkgras		Festuca rubra	10-100	bijwortelstelsel	ja	nee	nee	ja	

* Deze plant is mogelijk giftig voor schapen, en daarmee minder geschikt voor dubbel gebruik. * Afkomstig uit Zuid-Europa, incidentele import

Tabel 2.3: Neutkens Gras-/kruidenmengsels. Zand en klei.

Neutkens "Gras-/kruidenmengsel (zand)"	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Planthoogte (cm)	Wortelgestel	Natuurlijke				
					Inheems	vijanden	Wilde bijen	Dagvlinders	
Kruiden	Margriet	Leucanthemum vulgare	30-60	rhizoom/wortelstok	ja	ja	ja	nee	
	Knoopkruid	Centaurea jacea	10-120	rhizoom/wortelstok	ja	ja	ja	ja	
	St. Janskruid	Hypericum perforatum	20-80	wortelknollen	ja	nee	ja	nee	
	Incarnaatklaver	Trifolium incarnatum	20-50	wortelknollen	ja	nee	nee	nee	
	Gele lupine	Lupinus luteus	40-70	Penwortel + zijwortel	nee*	x	x	x	
	Boekweit	Fagopyrum esculentum	10-60	hoofd- en bijwortels	ja	ja	ja	nee	
	Phacelia	Phacelia tanacetifolia	20-100	hoofd- en bijwortels	ja	nee	nee	nee	
	Duizendblad (gewoon)	Achillea millefolium	15-50	wortelstok + bijwortels	ja	ja	ja	nee	
	Witte klaver	Trifolium repens	5-25	internodiën wortels + wortelknollen	ja	ja	ja	ja	
	Rolklaver (gewone)	Lotus corniculatus	5-25	wortelknollen	ja	ja	ja	ja	
	Grassen	Gewoon reukgras	Anthoxanthum odoratum	10-80	bijwortelstelsel	ja	x	x	ja
Neutkens "Gras-/kruidenmengsel (klei)"	Kruiden	Margriet	Leucanthemum vulgare	30-60	rhizoom/wortelstok	ja	ja	ja	nee
		Knoopkruid	Centaurea jacea	10-120	rhizoom/wortelstok	ja	ja	ja	ja
		St. Janskruid	Hypericum perforatum	20-80	wortelknollen	ja	nee	ja	nee
		Incarnaatklaver	Trifolium incarnatum	20-50	wortelknollen	ja	nee	nee	nee
		Gele lupine	Lupinus luteus	40-70	Penwortel + zijwortel	nee*	x	x	x
		Boekweit	Fagopyrum esculentum	10-60	hoofd- en bijwortels	ja	ja	ja	nee
		Phacelia	Phacelia tanacetifolia	20-100	hoofd- en bijwortels	ja	nee	nee	nee
		Duizendblad (gewoon)	Achillea millefolium	15-50	wortelstok + bijwortels	ja	ja	ja	nee
		Witte klaver	Trifolium repens	5-25	internodiën wortels + wortelknollen	ja	ja	ja	ja
		Rolklaver (gewone)	Lotus corniculatus	5-25	wortelknollen	ja	ja	ja	ja
		Rode klaver	Trifolium pratense	15-50	penwortel + wortelknollen	ja	ja	ja	ja
Luzerne	Medicago sativa	30-80	penwortel + mycorrhiza	ja	ja	ja	ja		
Grassen	Timothee	Phleum pratense	40-150	bijwortelstelsel	ja	x	x	ja	

* Afkomstig uit Zuid-Europa, incidentele import

2.3 Dubbel gebruik: beweiding

De in tabel 2.3 genoemde mengsels zijn geschikt voor dubbel gebruik. Het beweiden met bijvoorbeeld schapen onder NZ-georiënteerde zonneparken zou een goede combinatie zijn, mits de hoogte van de zonnepanelen dat toestaat. De gras-/kruidenmengsels dragen daarbij bij aan de kwaliteit van het dieet. Verschillende van de in de mengsels voorkomende kruiden hebben een gezondheid bevorderende werking. Het Agrifirm-mengsel lijkt daarbij minder geschikt voor dubbel gebruik met schapen, aangezien dit mengsel bastaardklaver bevat, hetgeen mogelijk giftig is voor schapen (tabel 2.2). Het voordeel van dubbel gebruik is dat het onderhoud van de percelen, in de

vorm van maaien, niet of in mindere mate nodig is. Dat is goedkoper en bij beweiden wordt vegetatie gelijk afgevoerd. Aandachtspunten hierbij zijn hoe de schapen omgaan met de geplaatste zonnepanelen en op welke hoogte de betreffende panelen worden geplaatst. Gelet op het veelvuldig voorkomen van schapen op zonneparken, lijkt dat geen probleem, mits zij niet op de panelen (kunnen) kruipen.

2.4 OW-georiënteerde zonneparken

De omstandigheden voor de vegetatie onder een OW-opstelling verschillen sterk van een NZ-opstelling. In een OW-opstelling dringt er nog maar een geringe hoeveelheid licht door tot onder de panelen (mede afhankelijk van type panelen), waardoor daar alleen schaduwtolerante planten kunnen groeien. Tussen de panelen liggen paden van ongeveer twee meter breed. Hier is juist wel veel licht aanwezig, doordat deze rond het middaguur niet in de schaduw liggen. Deze grote verschillen zullen leiden tot een grote heterogeniteit in de vegetatie. Tussen de panelen blijft de productie relatief hoog en daarmee ook de aanvulling van organische stof. Onder de panelen is dat beduidend minder door de lagere groei.

Op de strook tussen de panelen lijken de omstandigheden sterk op die van een onbedekt grasland, en zullen de in tabel 2.2 genoemde gras-/kruidenmengsels goed gedijen. Inzaaien van dergelijke mengsels tussen de panelen zou daarmee een goede beheerstrategie zijn. Ook ligt hier wederom de mogelijkheid om beweiding (dubbel gebruik) toe te passen, mits er geen giftige soorten tussen zitten. Aandachtspunt voor dubbel gebruik is wederom de hoogte waarop de panelen worden geplaatst.

Onder de panelen zullen commercieel verkrijgbare gras-kruidenmengsels niet of slecht gedijen vanwege een gebrek aan licht en vocht. Om toch vegetatie te kunnen ontwikkelen onder de panelen hebben we een selectie gemaakt van soorten die zowel schaduw minnend (Ellenberggetal voor licht kleiner of gelijk aan 4) zijn, als droogtetolerant (Ellenberggetal voor vochtigheid lager of gelijk aan 5). Deze selectie is gemaakt op basis van een databank met Ellenbergwaarden van circa 3000 Noordwest Europese plantensoorten²⁶. Het Ellenberggetal geeft iets aan over de standplaats van een plant langs verschillende assen, bijvoorbeeld licht, vochtigheid en voedselrijkheid van de bodem³⁰. De geselecteerde plantensoorten (Tabel 2.4) zijn mogelijk anderszins geschikt voor gebruik onder OW-georiënteerde zonnepanelen. Het betreft hierbij voornamelijk soorten die van nature in bossen voorkomen. Ook in deze lijst komen enkele soorten voor die hoger worden dan 70 cm. Hoewel verwacht kan worden dat deze planten minder snel opschieten is ook hier beheer nodig om te voorkomen dat de zonnepanelen worden overschaduwde.

Tabel 2.4: Selectie van soorten die mogelijk anderszins gedijen onder een OW-opstelling.

Groep	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Planthoogte (cm)	Wortelgestel	Inheems	Natuurlijke		
						vijanden	Wilde bijen	Dagvlinders
Kruiden	Geel nagelkruid	<i>Geum urbanum</i>	30-60	Hoofd- en bijwortels	ja	ja	ja	ja
	Drienerfmuur	<i>Moeblingia trinervia</i>	10-35	Hoofd- en bijwortels	ja	ja	nec	nec
	Kalkbiterbloem	<i>Ranunculus polyanthemus serpens</i>	30-90	x	ja	x	x	x
	Vingerhelmbloem	<i>Corydalis solida</i>	15-55	Knol	ja	x	ja	ja
	Muursla	<i>Mycelis muralis</i>	60-90	Wortelstok	ja	ja	nec	nec
	Kleine maagdenpalm	<i>Vincetoxicum minor</i>	15-30	internodiën wortels	ja	x	ja	ja
Grassen	Boszwenkgras	<i>Festuca alissima</i>	40-100	x	ja	x	x	x
	Boskortsteel	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	50-120	rhizoom/wortelstok	ja	ja	nec	nec
	Parelgroen	<i>Melica uniflora</i>	30-60	kweekachtige wortelstokken	ja	x	x	x

2.5 Conclusie

Onder NZ-georiënteerde zonneparken dringt voldoende zonlicht door, zodat een vegetatie natuurlijk kan ontwikkelen, die voldoende organische stof toevoert aan de bodem en de bodemstructuur behoudt. Er zijn verschillende gras-/kruidenmengsels verkrijgbaar die zich goed lenen om een diverse vegetatie te vestigen. Bijkomende voordelen van deze mengsels zijn het diverse wortelpalet, hetgeen de bodemkwaliteit positief beïnvloed, alsmede de hoge biodiversiteitswaarde. Punt van aandacht bij deze mengsels is de groeihoogte van verschillende soorten, hetgeen (maai)beheer of een hoge opstelling vereist. De meeste van deze mengsels zijn geschikt zijn voor dubbel gebruikt, hetgeen beweiden met bijvoorbeeld schapen mogelijk maakt. Onder een OW-opstelling zou men dezelfde mengsels kunnen inzaaien op de paden tussen de panelen. Onder de panelen zou een mengsel van de hierboven genoemde schaduw minnende en droogtetolerante planten uitkomst bieden om de organische stofvoorziening van de bodem in stand te houden. Het betreft hier met name soorten die van nature in bossen voorkomen.

De bovengenoemde maatregelen kunnen bijdragen aan het tot stand doen komen van een gezonde vegetatie. Zo kan het verlies aan organische stof in de bodem beperkt blijven en blijft de bodemkwaliteit behouden. Daar bovenop dragen deze maatregelen bij aan de biodiversiteit.

Er zijn goede redenen om op een positieve (in termen van biodiversiteit) ontwikkeling van de vegetatie te verwachten. Gelet op het relatief onbekende verschijnsel van zonneparken en hun lange termijn effecten, is dit wel het moment om een vijf jaarlijkse monitoring op te zetten. Wellicht dat een lokale natuurvereniging hierin geïnteresseerd is.

Referenties

1. Stoker L. A different direction. *PV-tech power*. 2018;14:62-63.
2. Provincie Groningen. Sunport Delfzijl. CityOfTalent. cityoftalent.nl/themas/energie/energieregio-groningen-een-overzicht/duurzame-energieproductie/sunport-delfzijl. Accessed September 2018.
3. Lal R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. *European Journal of Soil Science*. 2009;60(2):158-169. doi:10.1111/j.1365-2389.2008.01114.x.
4. Zhang X, Sun N, Wu L, Xu M, Bingham IJ, Li Z. Effects of enhancing soil organic carbon sequestration in the topsoil by fertilization on crop productivity and stability: Evidence from long-term experiments with wheat-maize cropping systems in China. *Science of The Total Environment*. 2016;562:247—259.
5. Baveye, P.C., Berthelin J, Tessier D, Lemaire G. The “4 per 1000” initiative: A credibility issue for the soil science community? *Geoderma*. 2018;309:118-123.
6. Minasny B, Malone BP, McBratney AB, et al. Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*. 2017;292:59—86.
7. Armstrong A, Ostle NJ, Whitaker J. Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ Res Lett*. 2016;11(7).
8. Van Dijk H. Survey of Dutch soil organic matter research with regard to humification and degradation rates in arable land. *Soil degradation Proc seminar, Wageningen, 1980*. 1982:133-144.
9. de Meijer A. *Handreiking: Beleid en Criteria Voor Zonnevelden*. Arnhem; 2018.
10. Beatty B, Macknick J, Braus G, McCall J. *Native Vegetation Performance Under a Solar PV Array at the National Wind Technology Center*. Golden, (CO,USA); 2017.
11. Montag H, Parker G, Clarkson T. *The Effects of Solar Farms on Local Biodiversity: a Comparative Study*. 2016.
12. Peschel T. *Solar Parks - Opportunities for Biodiversity*; 2010.
13. Mueller KE, Tilman D, Fornara DA, Hobbie SE. Root depth distribution and the diversity-productivity relationship in a long-term grassland experiment. *GCB*. 2013;94(4):787-793.
14. Lange M, Eisenhauer N, Sierra CA, et al. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nat Commun*. 2015;6.
15. Chen H, Oram NJ, Barry KE, et al. Root chemistry and soil fauna, but not soil abiotic conditions explain the effects of plant diversity on root decomposition. *Oecologia*. 2017;185(3):499-511.

16. Gierman F. Ruimtelijke onderbouwing zonnepark. November 2017.
17. Johnston AE. Soil organic matter, effects on soils and crops. *Soil Use and Management*. 1986;2(3):97-105.
18. Kok L, van Eekeren N, Van Der Putten WH, van den Born GJ, Schouten T, Rutgers M. Zonneparken en bodemafdekking. *bodem*. 2017;27(4):18-21.
19. Kuntz M, Berner A, Gattinger A, Scholberg JM, Mäder P, Pfiffner L. Influence of reduced tillage on earthworm and microbial communities under organic arable farming. *Pedobiologia*. 2013;56(4):251-260.
20. Bailey VL, Smith JL, Bolton H Jr. Fungal-to-bacterial ratios in soils investigated for enhanced C sequestration. *Soil Biology and Biochemistry*. 2002;34(7):997-1007. doi:10.1016/S0038-0717(02)00033-0.
21. Brussaard L, de Ruiter PC, Brown GG. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2007;121(3):233-244.
22. van den Akker JJHAVA, Brus D, de Groot WJM, et al. *Managementsamenvatting PRISMA Onderzoek Bodemverdichting Kwetsbare Gebieden. Fase 2: Veldwaarnemingen en Ervaringen in De Praktijk*; 2014.
23. Ebert T, Müller C. *Schadstoffe in Photovoltaik – Freiflächenanlagen Eine Gefahr Für Den Boden?* Erich Schmidt Verlag (Berlin, Germany); 2012.
24. Sepanski A. 11. Workshop Photovoltaik Modultechnik. November 2014.
25. *Planung Und Errichtung Von Freiflächen- Photovoltaikanlagen in Trinkwasserschutzgebieten*. Augsburg, Germany; 2013.
26. Hill, M.O., Mountford, J.O., Roy, D.B., Bunce, R.G.H. Ellenberg's indicator values for British plants. Technical Annex. *Ecofact*. 1999;2:46.
27. www.waarneming.nl, Stichting Natuurinformatie. Geraadpleegd op 29 november 2018.
28. www.floravannederland.nl, Redactie Flora van Nederland, Novio Design. Geraadpleegd op 29 november 2018.
29. www.wilde-planten.nl, Dijkstra, K., Floron. Geraadpleegd op 29 november 2018.
30. Ellenberg, H., Weber, H. E., Dull, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulsen, D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, [Indicator values of plants in Central Europe]. Scripta Geobotanica: 18. Göttingen, 1991.

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700
F 0345 470 799

www.clm.nl