



Verkenning van bodem en vegetatie in 25 zonneparken in Nederland

Eerste overzicht van de ligging van zonneparken in Nederland en stand van de kennis over het effect van zonneparken op de bodemkwaliteit

Alex Schotman, Friso van der Zee, Gerard Hazeu, Jaap Bloem, Jeroen Sluijsmans, Marian Vittek

Verkenning van bodem en vegetatie in 25 zonneparken in Nederland

Eerste overzicht van de ligging van zonneparken in Nederland en stand van de kennis over het effect van zonneparken op de bodemkwaliteit

Alex Schotman, Friso van der Zee, Gerard Hazeu, Jaap Bloem, Jeroen Sluijsmans, Marian Vittek

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Duurzame voedselvoorziening & -productieketens & Natuur, BO-43-021.01 Ecologische basiskwaliteit Land' (projectnummer 2020 LNV BO-43-021.01-030). 2019 KB-WOT KB-36-001-015 / 2020 KB-36-003-002-WEnR

Wageningen Environmental Research
Wageningen, februari 2021

Gereviewd door:

Wieger Wamelink, Senior onderzoeker (Wageningen Environmental Research)

Akkoord voor publicatie:

Joke de Jong, teamleider van Biodiversiteit en beleid

Rapport 3061
ISSN 1566-7197

Schotman, A, F.F. van der Zee, G. Hazeu, J. Bloem, J. Sluijsmans & M. Vittek, 2021. *Verkenning van bodem en vegetatie in 25 zonneparken in Nederland; Eerste overzicht van de ligging van zonneparken in Nederland en stand van de kennis over het effect van zonneparken op de bodemkwaliteit.*

Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3061. 112 blz.; 26 fig.; 7 tab.; 8 ref.

In de Tweede Kamer zijn vragen gesteld over de explosieve toename van zonneparken en de effecten op landbouw, bodem, biodiversiteit en landschap. Er worden zowel negatieve (bijvoorbeeld op de bodem) als positieve effecten voorspeld, wanneer kansen voor ontwikkeling van biodiversiteit worden benut. Om een indruk te krijgen of de bezorgdheid over de bodem terecht is en of er al winst voor biodiversiteit valt vast te stellen, is in 2019 en 2020 een verkenning uitgevoerd in 25 zonneparken. De doelen van dit project waren:


1. Het beschrijven van de vegetaties op zonneparken en het effect van inrichting en beheer op de soortenrijkdom.
2. Het opstellen van richtlijnen voor inrichting en beheer van zonneparken voor een optimale balans tussen economische stroomproductie en biodiversiteit en landschap.
3. Het verkrijgen van een actueel overzicht van zonneparken in Nederland op basis van satellietbeelden.
4. Het updaten van een literatuuronderzoek naar de effecten van zonneparken op de bodemkwaliteit.

Questions were asked in the House of Representatives about the explosive increase in solar parks and the effects on agriculture, soil, biodiversity and landscape. Both negative (for example on the soil) and positive effects are predicted when opportunities for the development of biodiversity are exploited. In order to gain an impression of whether the concern about the soil is justified and whether there is already a benefit for biodiversity, an exploration was carried out in 25 solar parks in 2019 and 2020. The goals of this project were:

1. Determining the vegetation on solar parks and the effect of layout and management on the diversity of species.
2. Drawing up guidelines for the design and management of solar parks for an optimal balance between economic power production and biodiversity and landscape.
3. Obtaining an up-to-date overview of solar parks in the Netherlands based on satellite images.
4. Updating a literature study into the effects of solar parks on soil quality.

Trefwoorden: zonneparken, zonne-energie, natuur, biodiversiteit, beheer, bodem

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/541057> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2021 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Inhoud

	Verantwoording	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Doel van het onderzoek	10
	1.2 Vraagstelling	11
2	Methoden	12
	2.1 Beschrijvingen	12
	2.1.1 Technische eigenschappen zonneparken	12
	2.1.2 Vegetatie	12
	2.1.3 Bodem	13
	2.1.4 Licht	13
	2.1.5 Fauna	14
	2.1.6 Landschap	14
	2.1.7 Beheer, voorgeschiedenis en grondsoort	14
	2.2 Analyse	14
	2.3 Update bodemkwaliteit in zonneparken	15
	2.4 Remote sensing zonneparken	15
3	Resultaten beschrijving zonneparken	18
	3.1 Overzicht bezochte zonneparken	18
	3.2 HWC (labiele organische stof) & bodem	22
	3.3 Vegetatie	26
	3.3.1 Braun-Blanquet-opnamen	26
	3.3.2 Biodiversiteit per zonnepark	28
	3.3.3 Grondsoort, beheer en voormalig gebruik	30
	3.3.4 Hoeveelheid licht onder de panelen	32
	3.3.5 Afstand tussen de panelentafels	33
	3.3.6 Plantensoorten	33
	3.3.7 Samenvattend conclusies vegetatie	34
4	Update effecten zonnepanelen op de bodemkwaliteit	36
5	De ligging van zonneparken in Nederland	41
6	Zonneparken – korte bespreking per park	46
	6.1 Gansenwoirt, Duiven	47
	6.2 Hildenberg, Appelscha	48
	6.3 AVRI Solar langs A15, Geldermalsen	49
	6.4 De Kie, Franeker	50
	6.5 Alberdaheerd, Marum	51
	6.6 De Lange Runde, Barger-Compasuum	52
	6.7 De Watering, Coevorden	53
	6.8 De Kwekerij, Hengelo (Gelderland)	54
	6.9 Vliegveld Welschap, Eindhoven	56
	6.10 Boeldershoek West Twence, Hengelo	57
	6.11 Nystar, Budel	58
	6.12 Adriaanpolder, Ooltgensplaat	59

6.13	Melissant, Roxenisse	60
6.14	Saman, Zierikzee	61
6.15	Noordwolde	62
6.16	Wolvega	63
6.17	Lingemeren, Lienden	64
6.18	Purmerend	65
6.19	De Vaandel, Heerhugowaard	66
6.20	Laarberg, Groenlo	67
6.21	Ubbena, Assen	69
6.22	Sinderhoeve, Renkum	70
6.23	Apeldoorn	71
6.24	Tholen	72
6.25	Azewijn	74
7	Richtlijnen voor ontwerp en beheer	75
7.1	Handleiding ontwerp, inrichting en beheer van zonneparken	75
7.2	Algemene ecologische uitgangspunten	75
7.3	Beheer	76
7.4	Ontwerp	77
7.5	Inrichting	77
7.6	Overige punten	78
	Literatuur	79
	Bijlage 1 Checklist technische eigenschappen zonneveld	81
	Bijlage 2 Bezochte zonneparken	82
	Bijlage 3 Bodem, beheer en oppervlakte onderzochte parken	83
	Bijlage 4 Technische eigenschappen en opstelling	84
	Bijlage 5 Gemeten HWC en droge stof	85
	Bijlage 6 Huidig en voormalig gebruik volgens LGN	86
	Bijlage 7 Oppervlakte bezochte zonneparken in verschillende bronnen	87
	Bijlage 8 Alle zonneparken in Nederland (september 2020)	88
	Bijlage 9 Flora per zonnepark	96
	Bijlage 10 Synoptische tabel	107

Verantwoording

Rapport: 3061

Projectnummer: 2019 KB-WOT KB-36-001-015
2020 LNV BO-43-021.01-030
2020 KB-36-003-002-WEnR

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Senior onderzoeker

naam: Wieger Wamelink

datum: 15 februari 2021

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Joke de Jong

datum: 15 februari 2021

Samenvatting

In de Tweede Kamer zijn vragen gesteld over de explosieve toename van zonneparken en de effecten van de parken op landbouw, bodem, biodiversiteit en landschap. Er worden zowel negatieve (bijvoorbeeld op de bodem) als positieve effecten voorspeld, wanneer kansen voor ontwikkeling van biodiversiteit worden benut. Om te onderzoeken of de bezorgdheid over de bodem terecht is en of er al winst voor biodiversiteit valt vast te stellen, is in 2019 en 2020 een verkenning uitgevoerd in 25 zonneparken. De doelen van dit project waren:

1. Het inventariseren van de vegetaties op zonneparken en het effect van inrichting en beheer op de soortenrijkdom.
2. Het opstellen van richtlijnen voor inrichting en beheer van zonneparken voor een optimale balans tussen economische stroomproductie en biodiversiteit en landschap.
3. Het verkrijgen van een actueel overzicht van zonneparken in Nederland op basis van satellietbeelden. Hiervoor zijn een algoritme en een procedure ontwikkeld voor detectie van zonneparken.
4. Het verkennen van de effecten op de bodem en het updaten van de literatuurstudie over de effecten van de zonnepanelen op de bodemkwaliteit. Wat zijn de mogelijkheden voor verbetering voor landbouwkundig gebruik nadat de grond lang (15-25 jaar) als zonnepark in gebruik is geweest?

We hebben zonneparken geselecteerd die al minstens één jaar oud zijn, zodat de vegetatie het pioniersstadium voorbij is. De meeste bezochte zonneparken dateren uit 2017 en 2018. De volgende gegevens zijn verzameld:

1. Technische eigenschappen van het zonnepark (grootte, oppervlak, afmetingen en bedekking zonnetafels, ruimte tussen de panelen, hoeveelheid licht onder de tafels, opstelling (oost- west of zuid) e.d.);
2. Beheer en voormalig gebruik;
3. Vegetatie tussen de panelen (tafels), onder de panelen en langs de rand (referentie), plus totale soortenlijst planten per park;
4. De hoeveelheid labiele organische stof in de bodem onder en tussen de tafels en in een referentie.

De biodiversiteit is per park bepaald op basis van het aantal plantensoorten en het aantal minder algemene en zeldzame soorten daaronder. De fauna is niet onderzocht. We verwachten dat biodiversiteit op basis van plantensoorten gerelateerd is aan de algehele biodiversiteit. Vervolgens is geanalyseerd of de biodiversiteit en de hoeveelheid labiele organische stof verschillen onder de panelen, tussen de panelen en aan de rand (referentie). Ook is getoetst of dit verschilt per bodemtype, beheer en voormalig gebruik.

De belangrijkste conclusies zijn:

- Onder de panelen is de biodiversiteit lager dan tussen de panelen, er groeien minder verschillende plantensoorten. Dit geldt in extreme mate voor oost-west-opstellingen, waar de hoeveelheid licht onder de panelen erg laag is. Onder de panelen groeien relatief veel ruigtesoorten, zoals grote brandnetel en braam.
- Onder de panelen is de bedekking van de vegetatie significant lager dan tussen de panelen. Dit is gecorreleerd met de lagere hoeveelheid licht onder de panelen. Onder smalle tafels is de hoeveelheid licht groter dan onder brede tafels.
- Hoe groter de afstand tussen de tafels met panelen, hoe groter de mogelijkheden voor biodiversiteit, vanwege meer ruimte en variatie in omstandigheden. Maar het verband tussen het aantal plantensoorten tussen de panelen en de afstand tussen de tafels was niet significant. Vanaf ongeveer 2 meter afstand tussen de panelen zijn hoge soortenaantallen mogelijk, mits er goed beheerd wordt.
- Er is een groot verschil in biodiversiteit tussen de parken. De hoogste biodiversiteit wordt aangetroffen op parken met een beheer van maaien en afvoeren. Op voormalig bemeste graslanden

worden de minste 'bijzondere' (zeldzamere) soorten aangetroffen. Op enkele parken is veel aandacht voor biodiversiteit door daar bij de inrichting en het beheer nadrukkelijk rekening mee te houden. Maar bij het overgrote deel is deze aandacht er niet. Theoretisch liggen er op zonneparken veel mogelijkheden voor verhoging van biodiversiteit, omdat de meeste zonneparken op intensief gebruikte landbouwgrond worden aangelegd waar de biodiversiteit laag is. In een zonnepark zijn bemesting en gebruik van bestrijdingsmiddelen niet nodig en volgens de gedragscode van Holland Solar niet gewenst. Dit geeft mogelijkheden voor verhoging van de natuurwaarden. In de onderzochte zonneparken worden deze kansen meestal (nog) niet benut. Het aantal plantensoorten in een gemiddeld zonnepark is weliswaar groter dan in gangbaar grasland, maar het aantal interessante soorten dat ook meer leefgebied oplevert voor allerlei diersoorten, is gering. Wil je op voormalige landbouwgrond resultaten bereiken, dan is zeker de eerste vijf jaren een verschravingsbeheer noodzakelijk. Dit betekent maaien en afvoeren van het maaisel. Slechts 3 van de 25 onderzochte zonneparken hebben dit beheer. Hier valt dus nog veel winst te boeken.

- Er is (nog) geen significant verschil gemeten in de hoeveelheid labiele organische stof onder de panelen en tussen de panelen. De mate van uitdroging van de bodem onder invloed van beschaduwning lijkt ook van invloed te zijn. De meeste bezochte zonneparken waren nog jong, 2-3 jaar oud. Mogelijk ontstaan deze verschillen pas na langere tijd. Er is een indicatie dat bij de onderzochte oost-west-opstellingen (2) de hoeveelheid licht op de bodem en de vegetatiegroei te laag zijn om de koolstofopslag in de bodem te behouden.
- Bij de zoektocht naar nieuwe publicaties sinds 2018 over effecten van Photo Voltaic (PV)-opstellingen op de bodemkwaliteit zijn geen nieuwe studies naar voren gekomen die gebaseerd zijn op empirisch onderzoek.
- Uit de literatuur blijkt dat er de afgelopen tien jaar wereldwijd een sterke groei is te zien in agrivoltaics. Daarin gaat het om dubbel landgebruik, waarin PV-panelen worden gecombineerd met voedselproductie, via akkerbouw, tuinbouw, fruitteelt of veehouderij. Dit is een kansrijke ontwikkeling die grote gevolgen kan hebben voor ons landschap.
- Het actuele overzicht van zonneparken levert het volgende overzicht op: in totaal waren er in Nederland 229 zonneparken aanwezig per 22 september 2020. Daarvan waren 130 al aanwezig op de topografische kaart Top10NL (versie juni 2020). Na onze analyse van satellietbeelden zijn er dus 99 zonneparken bijgekomen. We hebben een kaart geproduceerd met alle zonneparken. Daarin is per zonnepark informatie over oppervlakte, bodem en coördinaten toegevoegd. Deze kaart is te raadplagen op het internet via deze link: <https://arcg.is/1LD4Gz>

De 25 bezochte zonneparken worden elk apart besproken in hoofdstuk 6. Op basis van dit onderzoek is een hoofdstuk geschreven (hoofdstuk 7) met praktische richtlijnen voor ontwerp en beheer van zonneparken.

1 Inleiding

In de Tweede Kamer zijn al verschillende keren bezorgde vragen gesteld over de snelle ontwikkeling en de effecten van zonneparken op landbouw, bodem, biodiversiteit en landschap. Er worden zowel negatieve (bijvoorbeeld op de bodem) als positieve effecten gesuggereerd, wanneer gesignaleerde kansen voor ontwikkeling van biodiversiteit worden benut. Minister Wiebes van Economische Zaken en Klimaat stelt vast dat de verantwoordelijkheid voor de vergunningverlening en de afweging van ruimtelijke belangen liggen bij gemeenten en provincies en verwijst naar de 'zonneladder' die hiervoor ontwikkeld is. Naar aanleiding van berichten in de pers, een discussie in het kader van de NOVI en een motie van de Tweede Kamer heeft de WENR op verzoek van LNV een kennisrapportage opgesteld over effecten en kansen van de zonneparken op natuur en landbouw. In april 2019 is het rapport Zonneparken natuur en landbouw opgeleverd en (uiteindelijk) in augustus naar de Kamer verzonden (Kamerstuk 34 682, nr. 29). Een van de conclusies in het rapport is dat bij een slimme inrichting en beheer van zonneparken op voormalige landbouwgrond biodiversiteitswinst te behalen is.

Om een indruk te krijgen of de bezorgdheid over de bodem terecht is, of er al winst voor biodiversiteit valt vast te stellen en om een idee te krijgen van de variatie aan verschijningsvormen en effecten van zonneparken, is door de WOT in 2019 besloten een verkenning uit te voeren. Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt namelijk ook dat de effecten van zonneparken niet of nauwelijks beschreven zijn. De zonneladder kan dus niet terugvallen op wetenschappelijke inzichten. Ook is er geen overzicht van de exacte ligging van de bestaande zonneparken en hun eigenschappen om beleid op te baseren. Er is behoefte aan een verkenning, waarbij van een aantal zonneparken de eigenschappen worden beschreven, inclusief beheer, de vegetatie, de lichttoetreding als indicator voor de doorwerking op het bodemleven, de organische stof, enkele aspecten van de biodiversiteit en landbouwkundig gebruik en de ligging in het landschap. Op basis van waarnemingen in tien zonneparken zijn aanbevelingen geformuleerd in een verkennende studie voor de WOT (project KB-36-001-015). De variatie binnen de tien bezochte parken was echter zo groot, dat het nog niet mogelijk was hier statistisch betrouwbare richtlijnen voor inrichting en beheer aan te kunnen verbinden.

In 2020 heeft LNV in het kader van Beleidsondersteunend onderzoek (BO) budget beschikbaar gesteld om aanvullend op het werk in 2019 nog eens vijftien zonneparken te beschrijven om betrouwbare aanbevelingen te kunnen geven, met als doel een publicatie met concrete richtlijnen voor inrichting en beheer van zonneparken.

In 2020 is door RVO in het kader van het topsector-programma DEI budget toegekend voor een vierjarig onderzoek aan biodiversiteit in zes nieuw te ontwikkelen innovatieve zonneparken: SolarEcoPlus. Dit project is in oktober 2020 gestart. Als contrafinanciering dienen de projecten: 1) KB-36-003-002 Ontwikkeling van instrumenten voor een natuurinclusieve energietransitie uit het KB programma: KB 36 Biodiversity in a Nature Inclusive Society en 2) KB- 2C- 9 uit het KB programma KB34 Circulair – Klimaatneutraal. Dit maakt het mogelijk een oplossing te vinden voor het gesignaleerde gebrek aan inzicht in de ligging van zonneparken door het ontwikkelen van een algoritme voor het interpreteren van satellietwaarnemingen.

Op nationaal niveau geeft RVO subsidie voor zonneparken. Kaarten die gebruikmaken van de adresgegevens van de aanvragers geven een indicatie van waar ze moeten komen te liggen. Echter een kaart met de echte locatie van daadwerkelijk gerealiseerde zonneparken ontbreekt. De Basis Registratie Topografie is een geobasisregistratie die onderhouden wordt door het Kadaster. Onder de BRT vallen verschillende topografische bestanden die als open data beschikbaar zijn. Top10NL is een van die bestanden die onder de BRT vallen. Het kadaster is in 2019 begonnen met het opnemen van zonneparken als functioneel gebied in de BRT waaronder Top10NL. De recentste Top10NL (juni 2020) geeft de locatie van 129¹ zonneparken weer die voor augustus 2019 waren aangelegd. De aanleg van

¹ Van de oorspronkelijk 162 zonneparken zijn er enkele samengevoegd vanwege het feit dat ze op korte afstand van elkaar gelegen zijn.

zonneparken heeft in Nederland een grote vlucht genomen en de Top10 loopt steeds minstens een jaar achter. Om nu inzicht te hebben in de actueelste spreiding (i.e. september 2020) van zonneparken, zouden de zonneparken die al voorkomen in de BRT aangevuld kunnen worden met recent aangelegde zonneparken op basis van Sentinel2-satellietbeelden. Met een algoritme welke in dit project ontwikkeld gaat worden, is dat in de toekomst op elk moment mogelijk.

Tot 2050 wordt in Nederland een behoefte aan ten minste 30.000 ha zonneparken op het land voorzien. Nederland is een dichtbevolkt land en het streven is om meerdere functies van landgebruik te benutten, waaronder biodiversiteit. Kennis over de effecten van verschillen in ontwerp en beheer van zonneparken en in de ligging van zonneparken in Nederland kan helpen de multifunctionaliteit van zonneparken te bevorderen.

1.1 Doel van het onderzoek

Het eerste doel van deze verkenning is om aan de hand van metingen in bestaande zonneparken concrete richtlijnen te kunnen geven over de inrichting en het beheer van zonneparken voor een optimale balans tussen een economische stroomproductie enerzijds en biodiversiteit en landschap anderzijds.

Er is behoefte aan richtlijnen die gebruikt kunnen worden als voorschrift in vergunningen. Deze vraag bestaat bij zowel gemeenten als projectontwikkelaars. Zulke richtlijnen moeten wetenschappelijk onderbouwd zijn en de waarnemingen waarop ze gebaseerd zijn, moeten representatief zijn voor de zonneparken in Nederland. Dit rapport is een eerste verkenning. Daarnaast zijn er ook twee langjarige onderzoeken in voorbereiding om de richtlijnen verder te onderbouwen. Echter, er worden in een hoog tempo zonneparken gebouwd. Daarom komen we nu al met richtlijnen en adviezen.

Het langjarig onderzoek betreft allerlei verschillende situaties qua bodem, beheer, landschappelijke ligging en technische eigenschappen van de installaties. Voor een dergelijk onderzoek is door een consortium – aangevoerd door TNO – subsidie aangevraagd en verkregen: het project SolarEcoPlus. Daarnaast is door een breed consortium – aangevoerd door WENR – nog een onderzoeksvoorstel ingediend: EcoCertified Solar Parks, ook een vierjarig onderzoek gericht op het certificeren van natuurinclusieve zonneparken. Over de subsidiering van dit tweede onderzoek is nog geen besluit gevallen. Nevendoel van deze verkenning is om deze langjarige onderzoeken voor te bereiden.

Het tweede doel van de verkenning is a) het verkrijgen van een actueel overzicht van zonneparken in Nederland op basis van Sentinel2-satellietbeelden en b) het ontwikkelen van een werkwijze resulterend in een algoritme om op aanvraag snel en semiautomatisch een nieuw actueel overzicht van zonneparken in Nederland te kunnen genereren.

Een derde doel is het onderzoeken van het effect van zonneparken op bodemkwaliteit en bodemleven. Vergunningen voor zonneparken worden nu afgegeven met de verwachting dat de grond na 15-25 jaar opnieuw als landbouwgrond in gebruik wordt genomen. De maatschappelijke vraag is of de landbouwkundige bodemkwaliteit er gedurende die 25 jaren op vooruitgaat, gelijk blijft of achteruitgaat. En als het achteruit zou gaan, of dat te herstellen is. Door het ministerie van LNV is verzocht om in dit rapport aan te geven wat in de literatuur bekend is over de effecten van de zonnepanelen op de bodemkwaliteit en de mogelijkheden voor verbetering van de bodemkwaliteit voor landbouwkundig gebruik, nadat de grond een langjarige periode (15-25 jaar) als zonnepark in gebruik is geweest. In 2018 is dit vraagstuk door WENR onderzocht aan de hand van een literatuuronderzoek en gepubliceerd in Van der Zee et al. (2019). In dat onderzoek is geconcludeerd dat “er vrijwel geen empirisch onderzoek is uitgevoerd naar de effecten van zonneparken op de bodemkwaliteit en het bodemleven. Om verder te komen dan expert judgement op basis van aannamen, zijn metingen noodzakelijk”.

Wereldwijd is er een tendens om zonneparken te combineren met landbouwgewassen of veehouderij. Ook in die combinaties is de landbouwkundige bodemkwaliteit van belang voor de gewasproductie. De techniek voor dergelijke combinaties heet agrivoltaics of agrifotovoltaics (APV).

1.2 Vraagstelling

De achterliggende centrale onderzoeksvraag is of de veronderstelde negatieve en positieve effecten bestaan en hoe zonneparken zo aangelegd kunnen worden dat ze voor diverse functies winst opleveren. Om hier zicht op te krijgen, worden de volgende vragen beantwoord voor een serie van 25 zonneparken die de breedte aan verschijningsvormen weerspiegelt. Het onderzoek omvat de volgende vragen:

- Wat zijn de technische eigenschappen van zonneparken?
- Hoe is het, met het oog op de kansen voor een gezond bodemleven, gesteld met de toetreding van licht en regenwater tot de bodem en daaraan gerelateerd de vegetatiegroei onder de panelen?
- Hoe ziet de vegetatie in een zonnepark eruit en wat is het effect van begrazing met schapen of ander beheer hierop?
- Hoe is de landschappelijke inpassing?
- Wat is het voormalige gebruik?
- Wat is er sinds 2018 aan wetenschappelijke onderzoeksresultaten verschenen over de effecten op de bodemkwaliteit en de mogelijkheden voor verbetering van de bodemkwaliteit voor landbouwkundig gebruik, nadat de grond een langjarige periode (15-25 jaar) als zonnepark in gebruik is geweest?
- Welke wetenschappelijke onderzoeksresultaten zijn verschenen die inzicht geven in de effecten van deze nieuwe landbouw-PV-systemen (AgriPV) op de landbouwkundige bodemkwaliteit?
- Welke richtlijnen kunnen geformuleerd worden voor locatiekeuze, ontwerp, inrichting en beheer van multifunctionele zonneparken in Nederland om een basisniveau van biodiversiteit te realiseren?
- Is het mogelijk op basis van satellietwaarnemingen een recenter en vollediger overzicht te maken van de ligging en omvang van zonneparken in Nederland?
- Hoe representatief zijn de bezochte zonneparken qua bodem en voormalig landgebruik?

2 Methoden

In 2019 is dit onderzoek gestart vanuit de WOT met een beschrijving van 10 reeds gerealiseerde zonneparken. In 2020 hebben we met dit BO-project die beschrijvingen kunnen uitbreiden tot 25, waarbij de methode gelijk is gebleven (paragraaf 2.1). Door de uitbreiding van de vraagstelling zijn er wel twee deelonderzoeken toegevoegd: een literatuuronderzoek naar de mogelijkheden voor verbetering van de bodemkwaliteit voor landbouwkundig gebruik (nadat de grond een langjarige periode (10-25 jaar) als zonnepark in gebruik is geweest (paragraaf 2.2)) en een onderzoek of het mogelijk is een algoritme en procedure te ontwikkelen voor detectie van zonneparken in satellietwaarnemingen (paragraaf 2.3).

2.1 Beschrijvingen

2.1.1 Technische eigenschappen zonneparken

De volgende eigenschappen van de bezochte zonneparken zijn verzameld:

- Geografische locatie van het park en de zonnetafels
- Oppervlakte gebruikte percelen
- Netto-oppervlakte van het zonnepark binnen de afscheiding, meestal een raster.
- Door zonnepanelen afgedekte oppervlakte
- Afmetingen in drie dimensies van de zonnetafels en hun expositie
- Technische specificaties: ruimte tussen de panelen in de zonnetafels. Breedte van de paden tussen de tafels
- Lichtmetingen onder de tafels en erbuiten
- Voormalig gebruik
- Huidige beheer

Hiervoor is een checklist (Zie bijlage 1) gehanteerd. De verzamelde gegevens zijn opgeslagen in een Excel-document.

2.1.2 Vegetatie

De floristische betekenis van voormalige landbouwgrond of restgrond zal meestal niet zo hoog zijn. Maar theoretisch zijn er kansen om deze te verhogen, omdat er niet bemest wordt en er geen bestrijdingsmiddelen worden toegepast, zoals ook afgesproken voor zonneparken in de gedragscode van Holland Solar (<https://hollandsolar.nl/gedragscodezonopland>). De samenstelling van de vegetatie en de rijkdom aan bloeiende planten zegt veel over de betekenis die het terrein kan hebben voor vogels en insecten. Ook de hoeveelheid afbreekbare organische stof die beschikbaar komt voor het bodemleven is in eerste instantie afhankelijk van de productiviteit en de samenstelling van de vegetatie. De licht- en droogtetolerantie van de planten die er groeien zeggen iets over de mate waarin licht en vocht beperkend zijn. Vragen:

- Welke plantensoorten komen er voor onder, tussen en naast de zonnetafels en bij de verschillende vormen van beheer?
- Hoeveel plantensoorten worden er op het totale park aangetroffen?

Per zonneveld zijn drie Braun-Blanquet-opnamen gemaakt in een PQ (oppervlak 16 m²) waarvan de coördinaten zijn vastgelegd: één onder de panelentafels, één tussen de rijen (op de paden tussen de tafels) en één in de rand van het veld waar geen beschaduwing is ('de referentie'). Tussen de rijen en onder de panelen is de PQ langgerekt en niet vierkant van vorm. Aanvullend is het hele zonneveld buiten de PQ's onderzocht op de aanwezigheid van alle andere plantensoorten die op het zonnepark voorkomen. De vegetatieopnamen zijn gemaakt in de periode eind augustus tot begin oktober 2019 en van juli tot begin oktober 2020. Per zonneveld nam dit ongeveer twee uur in beslag.

2.1.3 Bodem

Er is bezorgdheid over de vitaliteit van het bodemleven onder zonnetafels (Kok et al., 2017; Van der Zee et al., 2019). De zorg is dat het bodemleven onder de zonnepanelen achteruit zal gaan door een gebrek aan vegetatiegroei als gevolg van het ontbreken van licht en water. Van elk park is de hoeveelheid heet water extraheerbaar koolstof (HWC) onder en naast de zonnetafels en in de rand bepaald. De HWC ($\mu\text{g C/kg}$) indiceert gemakkelijk afbreekbare (labiele) organische stof. HWC bestaat voor een groot deel uit polysachariden (slijm) dat door bacteriën en schimmels is uitgescheiden en zorgt o.a. voor het samenkiten van bodemaggregaten (grondkrumels) en het in stand houden en verbeteren van de bodemstructuur. HWC correleert met de parameter 'totaal organische stof', maar laat sneller en grotere verschillen zien bij veranderingen in het beheer. HWC wordt gezien als een *early indicator* voor mogelijke veranderingen in het organischestofgehalte en daarmee in de koolstofvastlegging of CO_2 -balans van de bodem. Koolstofvastlegging is grotendeels een gevolg van microbiële omzetting van afbreekbare organische stof in stabielere koolstofverbindingen zoals humus. Er zijn aanwijzingen dat bodems met relatief veel schimmels koolstof efficiënter vastleggen. Schimmels worden bevorderd door minder intensief landgebruik. Er zijn in zonneparken dus ook processen te verwachten die de koolstofvastlegging bevorderen. De grondstof voor organische stof in de bodem wordt geleverd door de vegetatie of anderszins aangevoerd organisch materiaal. In zonneparken zullen de bestaande voorraad organische stof en de groei van de vegetatie doorwerken in de HWC-waarden. De verwachting is dat de HWC zal afnemen bij langdurige geringe aanvoer van organische stof als gevolg van een geringe vegetatiegroei onder zonnetafels waar het relatief donker en droog is.

Voor de vegetatie is de hoeveelheid licht die op de bodem valt essentieel. Daarom meten we de hoeveelheid voor de fotosynthese beschikbaar licht. De beschikbaarheid en verdeling van het regenwater wordt afgeleid uit de openingen in de zonnetafels die als eigenschap beschreven worden. Vragen:

- Wat is het organischestofgehalte (HWC) van de bodem onder en naast de zonnetafels en in het niet-beschaduwde deel?
- Welk deel van het voor de fotosynthese beschikbare licht bereikt de vegetatie of bodem onder (donkerste plek), tussen en naast de zonnetafels?

De bodemmonsters zijn genomen en de metingen gedaan op de plek waar ook een PQ-opname van de vegetatie ligt. De monsters zijn genomen door vier porties bodem uit de bovenste 10, maximaal 20 cm van de bodem, exclusief de zode, te verzamelen. De porties zijn gemengd tot een mengmonster van ongeveer 500 cc. In het lab is de HWC bepaald. Hierbij wordt eerst de water oplosbare koolstof verwijderd na 30 minuten extractie bij 20°C . Vervolgens wordt de HWC gemeten als de toename in organische koolstof na 16 uur incubatie in water bij 80°C . Omdat de resultaten worden uitgedrukt per gram droge grond, werd ook het drogestofgehalte van de grondmonsters bepaald. Dit is het gewicht na 16 uur drogen bij 105°C gedeeld door het versgewicht.

Resultaten van onder de panelen werden vergeleken met die naast de panelen (rand park, referentie) en tussen de panelen. Hiervan werden verhoudingen berekend en na logtransformatie werd met een *One sample T-test* (SPSS) getoetst of de verhouding significant ($P < 0.05$) afwijkt van 1 (1 betekent geen verschil).

2.1.4 Licht

Voor de lichtmeting onder de panelen is een minilichtmeter (Uni-T UT383) gebruikt. Hiermee is langs een raai dwars op de zonnetafel om de 50 centimeter een meting uitgevoerd. De raai loopt door tot voorbij het hoogste punt van de zonnetafel aan de noordkant. Op elk punt is ongeveer 10 seconden gewacht, totdat de meter niet meer op liep. De maximumscore (in LUX) is vervolgens genoteerd en in een Excel-sheet gezet. Meestal was de lucht onbewolkt. Enkele keren egaal bewolkt. Als er wolken voorbijdreven, is steeds gewacht met noteren van de maximale hoeveelheid licht tot de wolk voorbij was. De waarnemingen geven de relatieve hoeveelheid licht gerelateerd aan de 'maximale' hoeveelheid op het niet-beschaduwde punt; meestal aan het begin van de reeks, recht onder de lage voorrand (zuid) van de zonnetafel. De maximale hoeveelheid is afhankelijk van de

weersomstandigheden, wolken die diffuus licht verspreiden, de tijd van de dag en het jaar. Het is dus niet echt de maximale hoeveelheid licht op een locatie in een jaar of zelfs over jaren. De waarnemingen in de 25 zonneparken verschillen hierin in meerdere of mindere mate en zijn dus niet echt vergelijkbaar. Daarom is de hoeveelheid licht uitgedrukt in de relatieve hoeveelheid met de 'maximale' hoeveelheid als 100%. Onze metingen geven dus een indicatie van de verschillen tussen zonnetafels die verschillen in hoogte, breedte en aantal openingen tussen de panelen. Om de hoofdlijn te kunnen onderscheiden, zijn vijf typen zonnetafels beschreven.

2.1.5 Fauna

De soorten (vogels, dagvlinders, zoogdieren) die zijn waargenomen tijdens het bezoek aan het zonnepark zijn bijgehouden in een lijst en bij de beschrijving per zonnepark vermeld in hoofdstuk 6.

2.1.6 Landschap

De ligging van het zonnepark in het landschap is vastgelegd met foto's vanuit verschillende standpunten. In de bespreking per zonnepark in hoofdstuk 6 wordt de inpassing in het landschap kort besproken.

2.1.7 Beheer, voorgeschiedenis en grondsoort

Van elk bezocht park is aan de eigenaar gevraagd hoe het park beheerd wordt (klepelen, maaien met afvoer maaisel of begrazen) en wat het gebruik van de grond was voordat het park werd aangelegd. Dit voormalig gebruik is ook bepaald met behulp van LGN-bestanden van de WUR (Landelijk Grondgebruik Nederland) en luchtfoto's op Google Earth en Streetmap (OsmAnd+ app). Met behulp van de bodemkaart is de grondsoort van het park vastgesteld in een van de vier categorieën zand, zavel, klei of veen.

2.2 Analyse

De vegetatiegegevens zijn gebruikt als parameter voor biodiversiteit. Deze zijn vervolgens in verband gebracht met gemeten parameters in het park en het beheer, de bodem en de voorgeschiedenis. De volgende analyses zijn uitgevoerd:

- Per vegetatieopname zijn het totaal aantal soorten, de bedekking en de Shannon-diversiteitsindex bepaald. Vervolgens is geanalyseerd of deze verschillen in de opnamen tussen de panelen, onder de panelen en de referentieplek op het park. Met een t-Test (Two-Sample Assuming Equal Variances, Excel) is getoetst of de verschillen tussen de panelen, onder de panelen en referentie significant zijn.
- Per park is het totaal aantal plantensoorten dat daar aanwezig is bepaald en het aantal minder algemene en zeldzame soorten daarvan. Deze laatste zijn soorten die in minder dan 700 uurhokken (5x5 km) in Nederland voorkomen. Vervolgens is per park ook een aantal 'biodiversiteitspunten' bepaald door de 25 parken een rangnummer te geven op basis van totaal aantal soorten en totaal aantal 'minder algemene en zeldzame soorten en vervolgens deze rangnummers te middelen.
- Met een single factor Anova is getoetst of het totaal aantal soorten en het aantal minder algemene en zeldzame soorten op een park verschilt per beheertype (maaien, klepelen of begrazen), per grondsoort (zand, veen, zavel, klei) en per voorgeschiedenis (bemest grasland, bemeste akker, onbemest/afgegraven).
- Per park is de gemiddelde hoeveelheid licht onder de panelen t.o.v. het volle daglicht berekend. Berekend is de correlatie tussen de hoeveelheid licht en de bedekking (onder de panelen) en het aantal soorten (onder de panelen). Ook is elk park met zuidopstelling ingedeeld op basis van de afmetingen van de tafels (hoogte onderkant laag = 0-75 cm, hoog > 75 cm, breedte tafel smal = 0-400 cm, breed > 400 cm). Van elk van deze vier klassen is de gemiddelde hoeveelheid licht (als percentage van het volle daglicht) berekend.
- De soorten uit de vegetatieopnamen zijn weergegeven in een synoptische tabel met frequentieklassen en gemiddelde bedekking. De opnamen zijn verdeeld in drie categorieën: onder de panelen, tussen de panelen en referentie. Soorten die opvallend vaker/minder vaak of met opvallend hogere of lagere bedekking voorkwamen in een van de drie categorieën zijn hierin gearceerd.

2.3 Update bodemkwaliteit in zonneparken

Een kort literatuuronderzoek (sneeuwbalmethode) is uitgevoerd op basis van literatuur die is verschenen in de periode 2018-2020, en die specifiek melding maakt van empirisch onderzoek. Via Google Scholar en via verschillende zoekmachines is daarnaar gezocht. Daarin zijn geen nieuwe studies naar voren gekomen die gebaseerd zijn op empirisch onderzoek.

Het begrip landbouwkundige bodemkwaliteit kan op verschillende manieren worden uitgelegd. Aan de hand van literatuur is gekeken naar het actuele beleid ten aanzien van landbouwbodems, de daarin gehanteerde definitie voor landbouwkundige bodemkwaliteit en de gehanteerde meetmethodes.

Eveneens wordt een korte beschrijving gegeven van mogelijke effecten op de bodem van veel toegepaste opstellingen én nieuwe innovatieve verticale paneelopstellingen, die de bodem niet of nauwelijks afdekken.

Ook bij agrivoltaic zonneparken is de landbouwkundige bodemkwaliteit een relevante factor. Gewassen hebben immers voor groei voldoende licht, water, een juiste temperatuur en een gezonde bodem nodig. In dit onderzoek worden agrivoltaic systemen beschreven (en mogelijke effecten op de bodem) aan de hand van een internationaal literatuuronderzoek en via enkele papers die zijn gepresenteerd tijdens de Internationale Agrivoltaics-conferentie van 14-16 oktober (2020).

2.4 Remote sensing zonneparken

De Copernicus Sentinel2-satellieten maken met een vaste interval van 3-5 dagen opnames van geheel Nederland. Echter alleen wolkenvrije beelden zijn bruikbaar voor de classificatie van zonneparken. In de zomer, maar zeker in de winter, kan het soms een paar weken duren voor er een geschikte opname beschikbaar is. Het ruimtelijke detail (10 m) en de regelmatigheid van opnames (temporele resolutie) maken ze uitermate geschikt om de omvang en dynamiek van grootschalige zonneparken te monitoren. Binnen de Groenmonitor worden de Sentinel2-beelden al gedownload en vindt preprocessing plaats (o.a. het screening van bewolking en het genereren van mozaïeken). Voor de detectie van zonneparken zijn Sentinel 2-beelden gebruikt van de maanden juni-augustus-september 2020.

Naast de gebruikte Sentinel2-beelden zijn voor het detecteren van zonneparken ook de in de Top10NL voorkomende zonneparken gebruikt. De Top10NL zonneparken zijn verrasterd naar de Sentinel2-resolutie (10 m). De randpixels en de pixels met een hoge NDVI (vegetatie, geen zonnepanelen) zijn uit de training-dataset verwijderd. De overgebleven pixels zijn gebruikt als trainingsdata voor de classificatie van de Sentinel2-beelden. NDVI staat voor Normalized Difference Vegetation Index. Het is een indicator om remote sensing beelden te analyseren en is een indicator voor de vegetatie ontwikkeling.

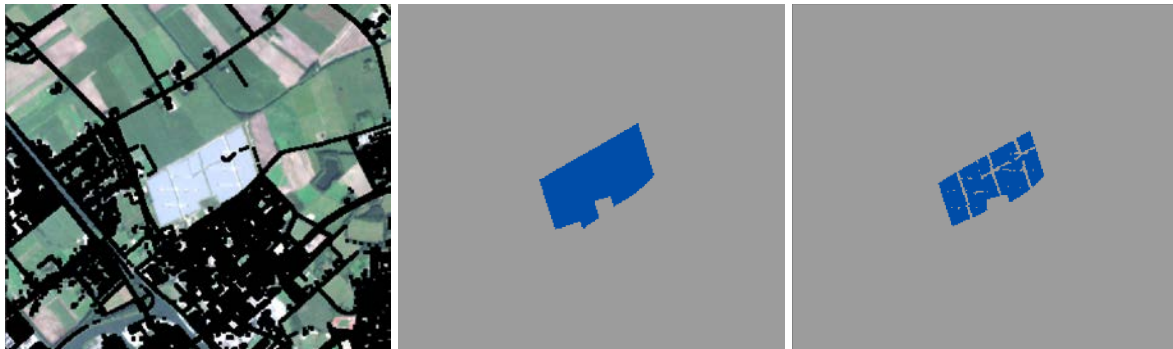
Als verdere voorbewerking is er een masker aangemaakt om de gebieden waar zeker geen zonneparken voorkomen uit te sluiten van het verdere werkproces. D.w.z. deze gebieden worden niet gebruikt in de verdere classificatieprocedure. Het masker is gebaseerd op de volgende LGN2019-landgebruiksklassen: kassen, zee, bebouwing, bossen in bebouwd gebied, infrastructuur, zand, kwelders, boomkwekerijen en fruitkwekerijen (LGN-klassen 8, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 30, 31, 35, 61, 62). De betreffende LGN-klassen zijn spectraal soms makkelijk te verwarren met zonneparken. Daarnaast is de kans erg klein dat in gebieden met dit type landgebruik zonneparken (op de grond) zullen worden aangelegd. Het masker is uitgebreid met een buffer van 1 pixel (i.e. 10 m) rond de gebieden met de genoemde LGN2019-klassen om te voorkomen dat gemengde pixels toch mee doen in de classificatie van de satellietbeelden.

Uit literatuur en ervaring lijkt het 'Random Forest'-algoritme het geschiktst om zonneparken op satellietbeelden te classificeren. Random Forest is een robuuste methode die geschikt is om classificaties uit te voeren op grote, landsdekkende rasterdatasets, oftewel pixelbestanden (o.a. Sentinel 2-satellietbeelden met een ruimtelijke resolutie van 10 m). Aangezien een ruimtelijk resolutie

van 10 m onvoldoende is om de interne structuur (i.e. individuele zonnepanelen en directe omgeving) van zonneparken te benoemen, is de classificatie van de zonnepanelen gebaseerd op de spectrale waarde van individuele pixels.

Als eerste stap in de ontwikkeling van het classificatiealgoritme is een gebied in Groningen gebruikt als trainingsgebied. Het ontwikkelde model is daarna getest op een gebied in Noord-Brabant.

Uiteindelijk leverde het testen een algoritme (model) op dat is toegepast voor geheel Nederland. Als input voor het model zijn landsdekkende Sentinel 2-satellietbeelden gebruikt, waarbij de pixels liggend onder het aangemaakte masker zijn verwijderd/gemaskeerd (figuur 2.1). Van de Sentinel 2-beelden zijn de vier spectrale banden (Blue, Green, Red, Near-Infrared) en de NDVI (berekend als $((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}))$) en NDBI (berekend als $((\text{NIR} - \text{Blue}) / (\text{NIR} + \text{Blue}))$) gebruikt voor de classificatie. De NDBI is een genormaliseerde index die helpt bij het differentiëren tussen zonneparken en hun omgeving op basis van verschillen in de blauwe band (B).



Figuur 2.1 Origineel Sentinel 2-satellietbeeld waar de genoemde landgebruiksklassen zijn gemaskeerd – zwart (links), zonnepark komende uit de BRT/Top10NL (midden), hetzelfde zonnepark waar de rand pixels en de pixels met een hoge NDVI (land tussen de zonnepanelen die niet bedekt zijn met de zonnepanelen) zijn verwijderd (rechts). Deze overgebleven pixels zijn als trainingsdata gebruikt voor het trainen van het classificatiealgoritme.

Verder is gekeken of het zinvol was om de zonneparken op het land en op het water apart te classificeren, omdat ze spectraal sterk verschillen. Echter de aparte classificatie van zonneparken op het water leverde geen goede resultaten op. Een gebrek aan trainingsdata en het beperkt voorkomen van zonneparken op water – een visuele check kwam tot maximaal 10 zonneparken – heeft ons doen besluiten om deze parken handmatig toe te voegen.

Na de classificatie en een eerste evaluatie van de resultaten op basis van een visuele check hebben de volgende nabewerkingen in onderstaande volgorde plaatsgevonden:

1. Pixels met een bodemindex (normalized difference soil index = $(\text{Green} - \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Red})$) waarde hoger dan -0,001 zijn verwijderd, aangezien ze niet als zonnepark worden aangemerkt. De bodemindex maakt het mogelijk om kale grond en zonneparken van elkaar te onderscheiden [1].
2. Pixels met NIR-waarden die hoger zijn dan 0,15, zijn ook verwijderd. Het zijn geen zonneparken, maar in de meeste gevallen spaarzaam begroeide agrarische percelen.
3. Pixels geclassificeerd als zonneparken, waar LGN2019 water als bodembedekking geeft, zijn ook verwijderd. Er bestaat namelijk veel spectrale verwarring tussen zonneparken en ondiep water. De enkele zonneparken op water zijn handmatig toegevoegd (zie ook voorgaande alinea).
4. Pixels geclassificeerd als zonneparken, maar gelegen in de Top10NL-klasse sportparken en sportterreinen, zijn verwijderd. Spectrale verwarring tussen deze terreinen en zonneparken treedt m.n. op bij bepaalde reflectiehoeken en vochtigheid.
5. Alle geïsoleerde pixels en clusters met een aaneengesloten oppervlakte kleiner dan 50 pixels (0,5 ha) zijn verwijderd met de 'clumping'-methode. Zonneparken dienen een minimale grootte te hebben van 0,5 ha.

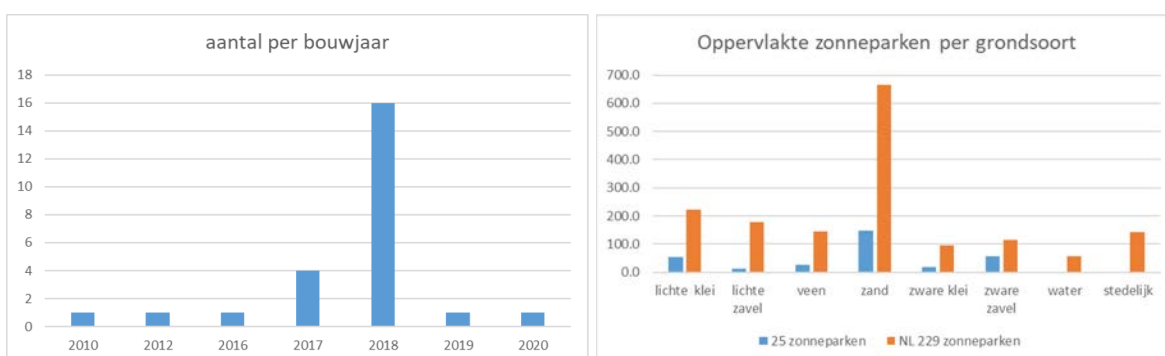
Tijdens de ontwikkeling van een classificatie-algoritme is ook gekeken of een multitemporele classificatie zinvol was om betere resultaten te verkrijgen voor gebieden met een slechte/matige kwaliteit van de satellietbeelden. Als laatste stap zijn de als zonnepark geclassificeerde gebieden nagelopen en op basis van een visuele controle zijn nog enkele gebieden, die ten onrechte als zonnepark zijn geclassificeerd, handmatig verwijderd. Bijvoorbeeld doordat grote nieuwe gebouwen voorzien van zonnepanelen, die nog niet op de topkaart staan en dus niet in het masker zitten, als kleine zonneparken zijn beschreven. Echter, het is niet altijd mogelijk op basis van luchtfotomateriaal van Google Earth of Street Maps te besluiten of iets wel of niet een zonnepark is. Er kunnen dus nog enkele gebieden in het bestand voorkomen die ten onrechte als zonnepark zijn aangemerkt. Een overlay van de zonneparken met het bodembestand resulteerde in de statistieken (arealen zonneparken) per bodemtype van de Grondsoortenkaart_2000 zoals in de Geodesk aanwezig.

3 Resultaten beschrijving zonneparken

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van de inventarisatie van eigenschappen van de 25 zonneparken. In paragraaf 3.1 worden de belangrijkste gegevens samengevat in figuren en samenvattende tabellen. De data zelf staan in bijlage 2 tot en met 10. In paragraaf 3.2 worden de analyseresultaten van het bodemonderzoek gepresenteerd en in paragraaf 3.3 die van het vegetatieonderzoek. Daarnaast is er in hoofdstuk 6 nog een beschrijving en bespreking per zonnepark van de onderzoeksresultaten. De resultaten van de *remote sensing* en de update van het literatuuronderzoek naar effecten van zonneparken op de bodem staan in hoofdstuk 4 en 5.

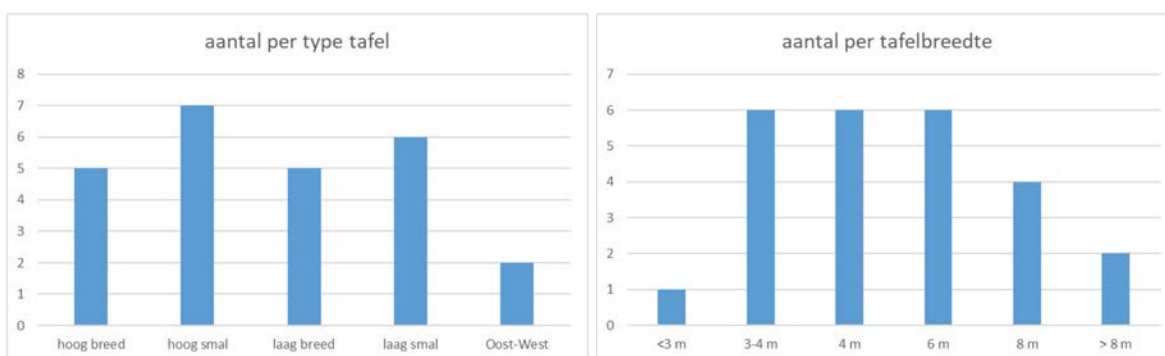
3.1 Overzicht bezochte zonneparken

In totaal zijn 25 zonneparken bezocht (bijlage 2). Er is naar gestreefd zonneparken te bezoeken die al minstens één jaar geleden zijn afgebouwd, zodat de vegetatie zich enigszins heeft kunnen stabiliseren. We hebben drie parken van voor 2017 kunnen bezoeken. Voor 2018 waren er nog maar weinig zonneparken gerealiseerd in Nederland. In 2018 ging het echter snel en ook in 2019 en 2020 is een groot aantal zonneparken gerealiseerd. Parken uit 2019 en 2020 hebben we bij voorkeur niet bezocht, zodat de meeste bezochte zonneparken uit 2018 stammen (figuur 3.1 links).



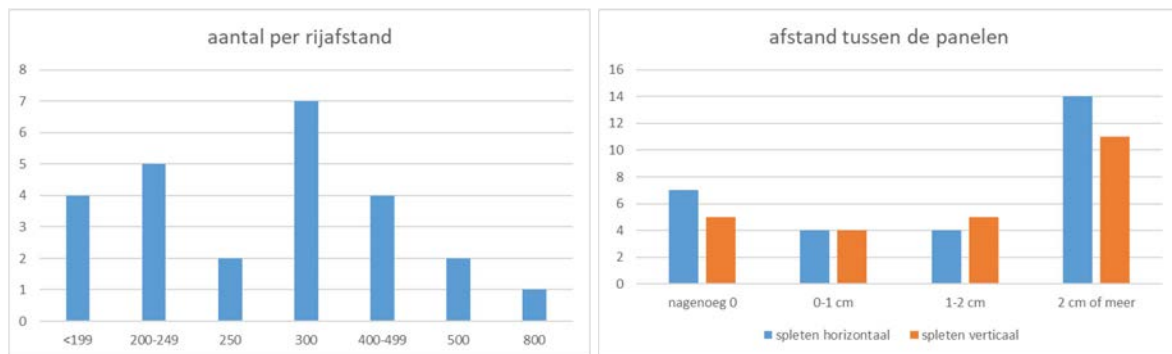
Figuur 3.1 Bouwjaar frequentie (links) en de grondsoort van de bezochte en alle zonneparken in Nederland (rechts).

De oppervlakte van alle en van de bezochte zonneparken (bijlage 3) over de grondsoorten in Nederland kan dankzij de inventarisatie met behulp van satellietwaarnemingen (hoofdstuk 5) worden beoordeeld (figuur 3.1 rechts). Zware zavel en lichte klei lijken iets oververtegenwoordigd in de selectie van 25 zonneparken. De bezochte zonneparken liggen verspreid over heel Nederland met een accent op Noord-Nederland, net als het landelijke beeld (figuur 5.1).



Figuur 3.2 De verdeling van het aantal bezochte zonneparken over vijf typen zonnetafels (links) en zes klassen voor de breedte (rechts).

De in het afgelopen decennium gebouwde zonneparken laten nog een grote diversiteit aan opstellingen van de zonnepanelen zien. In alle gevallen zijn de zonnepanelen opgesteld in zonnetafels bestaande uit twee of meer rijen portret of landschap geplaatste panelen die de breedte bepalen (bijlage 4). De grens tussen laag en hoog is bij ons bij 75 cm aan de lage zuidkant gelegd. De grens tussen breed en smal bij 4 m breedte. De gegeven breedte is hier de optelsom van de afmetingen van de afzonderlijke panelen en de ruimte daartussen. Er is geen correctie uitgevoerd om de horizontale projectie te bepalen. De combinaties van breed/smал en hoog/laag definiëren vier typen zonnetafels. De panelen zijn bijna altijd bevestigd op een stelling met een helling gericht op het zuiden. Slechts 2 van de 25 bezochte parken hadden een oost-westopstelling, de rest is min of meer gelijk verdeeld over de vier andere typen (figuur 3.2 links). Als er spleten waren tussen de panelen in de tafel was de horizontale breedte (van belang voor de verspreiding van regenwater) vaak ongeveer gelijk aan de verticale breedte. Door een veelvoorkomende bevestigingswijze zijn tafels waarin de panelen nagenoeg tegen elkaar aan zitten in de minderheid (7 van de 25, figuur 3.3 rechts)). Ook bij een zeer kleine horizontale afstand waren op de grond druppelsporen te zien. Nader onderzoek moet uitwijzen welk deel bij dergelijke spleten van het regenwater niet doorsijpelt, maar doorstroomt naar de onderkant van de tafel. De frequentste afstand tussen de tafels was 3-4 m (figuur 3.2 rechts). 5 m of meer kwam maar zelden voor. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat sommige parken bestaan uit blokken zonnetafels waartussen soms bredere, niet-bedekte stroken grond aanwezig zijn. Ook een rijafstand van rond de 2 m is relatief vaak te zien (figuur 3.3 links). De paden tussen de tafels ontvangen bij 2 m relatief veel schaduw en meer afstromend water en zullen in vegetatie en dus ook fauna sterker afwijken van de niet-beschaduwde delen.



Figuur 3.3 Waargenomen afstanden tussen de tafels (rijafstanden) (links) en de waargenomen ruimte (spleten) tussen de panelen in de tafels (rechts).

De lichtomstandigheden zijn, naast de beschikbaarheid van water, bepalend voor hoeveel vegetatie er onder de panelen kan groeien en daarmee voor de beschikbaarheid van organisch materiaal als voedsel voor het bodemleven en als grondstof voor de in de bodem opgeslagen hoeveelheid koolstof. Wordt de voorraad organische stof niet meer aangevuld, dan breekt de voorraad geleidelijk af en stoot de bodem netto CO₂ uit. Wordt er wel organische stof aangevoerd, dan stelt zich op de zeer lange termijn een evenwicht in tussen de opbouw en de afbraak van organische stof in de bodem. Hierbij worden bijzondere omstandigheden zoals uitspoeling van humus of accumulatie zoals bij veenvorming buiten beschouwing gelaten. Door in deze verkenning de hoeveelheid licht en de bedekking van de vegetatie te meten, kunnen we een eerste beeld schetsen van het gevaar van bodemdegradatie en afbraak van organische stof onder zonnetafels. Uitgebreider en langjarig onderzoek is nodig om hier conclusies te kunnen trekken.

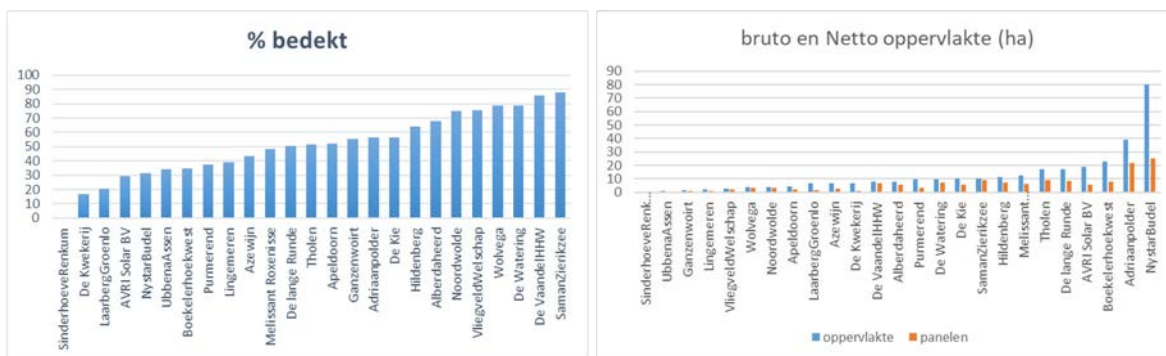
Met een simpele lichtmeter zijn de lichtomstandigheden onder de tafels bepaald en in onderstaande figuren (figuur 3.4) per type zonnetafel uitgedrukt als de procentuele hoeveelheid licht van de totale hoeveelheid (100%) op de tijd van de dag en het jaar en onder heersende weersomstandigheden. De meeste metingen werden gedaan tussen 10:00 uur in de ochtend en 15:00 uur in de middag in de zomer tijdens overwegend zonnige weersomstandigheden. Soms was het bewolkt en één keer begon het te regenen. Door het verschil in breedte is het verloop van de lichtprofielen per zonnepark niet helemaal vergelijkbaar: elke reeks is één zonnepark (figuur 3.4). Hoofdlijn op basis van en gemiddelde over de reeksen (niet weergegeven) is dat onder hoge smalle tafels naar schatting slechts

een derde van het grondoppervlak minder dan 40% van de hoeveelheid beschikbaar licht ontvangt. Onder hoge brede tafels is dat bijna 60% en is er ook nog bijna 30% dat minder dan 20% van de hoeveelheid licht ontvangt. Onder lage smalle tafels is het aandeel met minder dan 40% ongeveer twee derde met ook 20% minder dan 20%. Het donkerst van de op het zuiden georiënteerde tafels is het onder lage brede tafels, waar op meer dan 80% van de bodem minder dan 20% van de hoeveelheid licht valt. Echt weinig licht komt er onder de oost-west-opstellingen, waar op meer dan 90% van de oppervlakte nog maar een paar procent van het onder de blote hemel beschikbare licht aanwezig is. De metingen zijn gedaan onder het hart van de panelen. De indruk is echter dat de spleetjes niet veel invloed hebben op de beschikbare hoeveelheid licht, omdat ze meestal minder dan 1% van de oppervlakte beslaan.

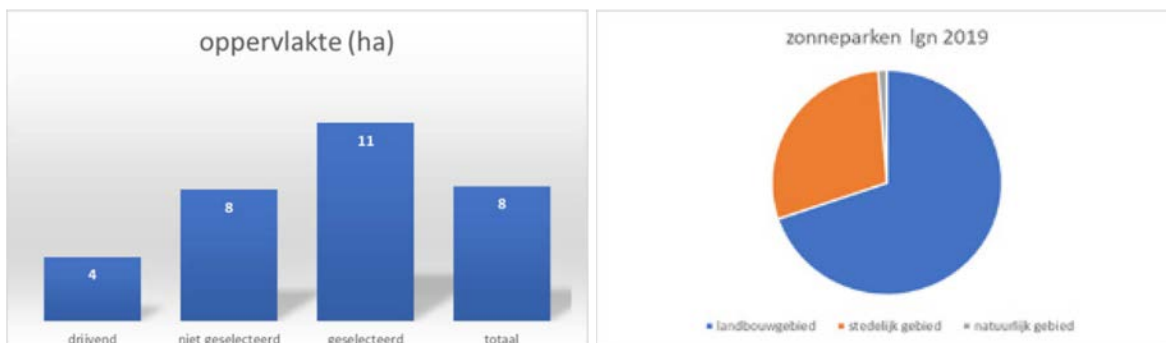


Figuur 3.4 De relatieve hoeveelheid beschikbaar licht onder de zonnetafels in 24 zonneparken (de 'tafel' van één rij is buiten beschouwing gelaten), verdeeld over vijf typen opstellingen. De variatie wordt o.a. veroorzaakt door de omstandigheden en de variatie in breedte.

Niet alleen de eigenschappen van de panelentafels bepalen de koolstofopslag in de bodem van zonneparken, aangezien in ons onderzoek gemiddeld slechts 47% (bijlage 3, 7) van de oppervlakte was bedekt door de tafels (figuur 3.5). Dat is dus veel minder dan het in de gedragscode afgesproken maximum van 75%. In de nieuwste zonneparken zal dit percentage waarschijnlijk benaderd worden. Ook dan zal ten minste 25% van de oppervlakte beschikbaar blijven voor andere functies dan alleen energie opwekken.

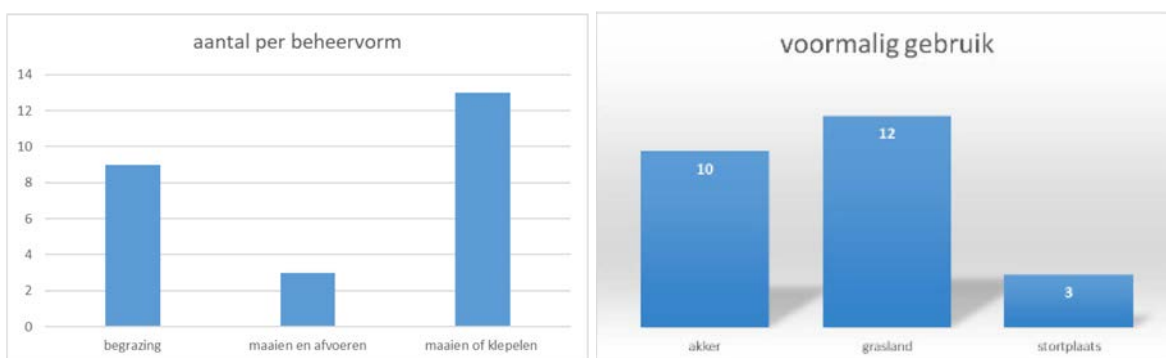


Figuur 3.5 Het percentage bedekt door de zonnetafels binnen de zonneparken (links) en de bruto en netto oppervlakte van de 25 bezochte zonneparken (rechts).



Figuur 3.6 De gemiddelde oppervlakte van 229 zonneparken in Nederland (totaal 8 ha) en van de 25 bezochte zonneparken (11 ha) (links) en de aanduiding van de zonneparken in LGN 2019 (rechts).

De gemiddelde oppervlakte van de onderzochte zonneparken wijkt niet sterk af van de in Nederland aanwezige zonneparken (figuur 3.6 links). Overigens is de oppervlakte van zonneparken niet nauwkeurig te bepalen (bijlage 7). Hierbij moet worden opgemerkt dat er in snel tempo nieuwe grote zonneparken worden gerealiseerd. Dit beeld kan alweer achterhaald zijn. Er is ook een aantal drijvende zonneparken opgenomen in de landelijke kaart. De gemiddelde oppervlakte daarvan was 4 ha. In de loop van 2020 is er echter een aantal grote drijvende zonneparken gerealiseerd, waardoor dit cijfer zeker niet actueel is. Dit feit illustreert wel de razendsnelle ontwikkelingen op dit gebied.



Figuur 3.7 Aantal zonneparken per beheervorm (links) en per voormalig gebruik (rechts).

Van de meeste zonneparken staat het gebruik geregistreerd als landbouwgebied of stedelijk gebied (bijlage 6). Feitelijk zijn het allemaal voormalige landbouwgronden (figuur 3.7 rechts). Het beheer in zonneparken bestaat meestal uit maaien zonder afvoer van het maaisel (wat vaak neerkomt op klepelen waarbij de vegetatie wordt stukgeslagen) of uit het begrazen met schapen (figuur 3.7 links). Echt op ontwikkeling van biodiversiteit gericht beheer (vershraling van de bemeste bodem) in de

vorm van maaien en afvoeren van maaisel komt in slechts drie van de bezochte zonnevelden voor. De verwachting is dat alleen dan waardevolle biodiversiteit tot ontwikkeling kan komen. Schapenbegrazing moet aan een reeks voorwaarden voldoen wil het echt winst voor biodiversiteit opleveren.

Over de voordelen van begrazing voor de beheerder zijn de meningen verdeeld. Wordt de vegetatie goed kort gehouden, dan spaart men de maaikosten uit inclusief het risico op beschadiging van de installaties bij maaierwerkzaamheden. Sommige opstellingen zijn echter niet geschikt voor begrazing met schapen doordat ze te scherp zijn of doordat kabels loshangen. Hierdoor kunnen schapen zich verwonden of kunnen kabels losgetrokken worden. Daarbij blijken schapen in veel gevallen, als gevolg van een hoge vruchtbaarheid van de voormalige landbouwgrond, de groei van de vegetatie niet bij te kunnen houden. Ze zijn ook selectief en laten bijvoorbeeld brandnetels en distels staan waardoor alsnog maaien nodig is.

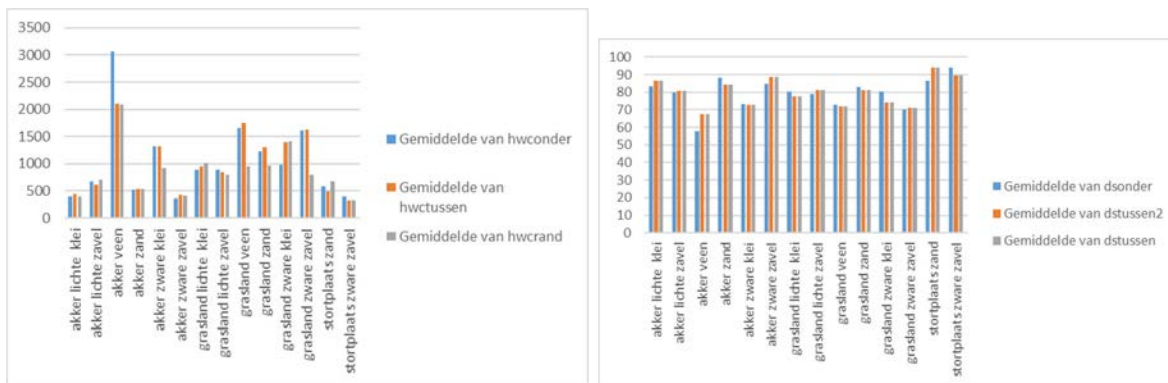
Van de 25 bezochte zonneparken waren er 3 voorheen stortplaats (3.7 rechts). Dit is waarschijnlijk geen over-representatie. Voor de eerste generatie zonneparken zijn allerlei braakliggende terreinen zoals niet-benutte bouwterreinen, vloeivelden en voormalige stortplaatsen gebruikt, waarvan er duizenden zijn in Nederland. Het voormalig gebruik wordt vaak aangeduid als grasland, terwijl het niet echt als intensief grasland in gebruik was. Bij al of niet gebruik als akker speelt toeval een rol. Een perceel niet-permanent grasland wordt soms ook voor maisteelt gebruikt en kwalificeert dan als akker. LGN kent nog niet de categorie Zonneparken en registreert het gebruik soms als stedelijk gebied en soms als grasland.

3.2 HWC (labiele organische stof) & bodem

De HWC (labiele organische stof) reageert veel sneller op veranderingen in beheer dan totaal organische stof en wordt daarom gebruikt als 'early indicator' van mogelijke veranderingen. De HWC wordt uitgedrukt per gram droge grond. De HWC en het drogestofgehalte worden bepaald door de grondsoort, vegetatie en (historie) van landgebruik en beheer. Om een indruk te geven van de orde van grootte van HWC ($\mu\text{gC}/\text{gr}$) in landbouwgrond:

- Akkers (zand en klei) 300-1000 $\mu\text{gC}/\text{gr}$
- Grasland op zand 1000-2000 $\mu\text{gC}/\text{gr}$
- Grasland op klei 1000-4000 $\mu\text{gC}/\text{gr}$
- Grasland op veen 6000-10000 $\mu\text{gC}/\text{gr}$

Het drogestofgehalte en de HWC worden bovendien beïnvloed door het weer voorafgaand aan de bemonstering. De bemonsteringen in 2019 en 2020 werden uitgevoerd tussen 22 juli en 18 oktober bij wisselende omstandigheden. Daardoor zijn er grote verschillen in drogestofgehalte van de bodem en de HWC tussen de locaties (bijlage 5, tabel 3.1, figuur 3.8). De beide veengronden hebben de hoogste HWC-waarden en bij een relatief lage drogestofwaarde (vochtig dus). Afgezien van de twee ook vochtige zware kleibodems zijn de HWC-waarden op voormalige akkers lager dan op voormalig grasland. De drie stortplaatsen zijn lang niet als landbouwgrond in gebruik geweest, door drainage erg droog (Hoge DS-waarde) en hebben een lage HWC-waarde. Het hierboven geschetste beeld dat veen en klei bodems met grasland hogere HWC-waarden hebben dan zandgrond en akkers wordt dus bevestigd. Merk op dat de HWC-waarde onder de panelen gemiddeld niet lager lijkt te zijn dan tussen de tafels en in de referentie, maar de DS-waarde vaak wel hoger in de referentie (droger).



Figuur 3.8 HWC- (links) en DS-waarden (rechts) van de 25 zonneparken verdeeld over bodemtypen en voormalig gebruik.

Deze verkenning is niet gericht op de verschillen in bodemkwaliteit tussen de parken (dat is een gegeven waarvan de verwachtingen worden bevestigd), maar op mogelijke effecten van bodembedekking door zonnepanelen. Daarom kijken we naar de verhouding tussen de waarden onder en naast de zonnetafels (in de referentie). Is deze 1, dan is er geen verschil met de referentie (de rand van het terrein). Is deze bijvoorbeeld 0,8, dan zijn de waarden onder de panelen 20% lager dan de referentie. Bovendien is er gemonsterd op de paden tussen de zonnetafels waar minder schaduw is dan eronder (afhankelijk van de rijafstand) en waar mogelijk meer regenwater terechtkomt door afstroming van de tafels. Dat geeft de verhouding onder/tussen. Per park zijn mengmonsters genomen onder, tussen en naast de panelen, zonder herhalingen binnen de locaties. Daarom kunnen we alleen statistisch onderbouwde conclusies trekken over gemiddelde waarden van alle 25 locaties.

Er zit nog een onzekerheid in de resultaten HWC. In 2019 zijn de monsters per abuis in de diepvries bewaard voorafgaand aan de analyse, in 2020 zijn de monsters bewaard in de koelkast bij 5°C, de gebruikelijke methode. Omdat effecten van invriezen niet bekend zijn hebben we 3 nog beschikbare verse monsters ook ingevroren ter vergelijking van verse en ingevroren grond. Gemiddeld vonden we 12% hogere waarden na invriezen. De correlatie tussen ingevroren en vers leek niet heel goed ($r^2=0.44$), maar het betrof slechts 3 punten die ook vrij dicht bij elkaar lagen.

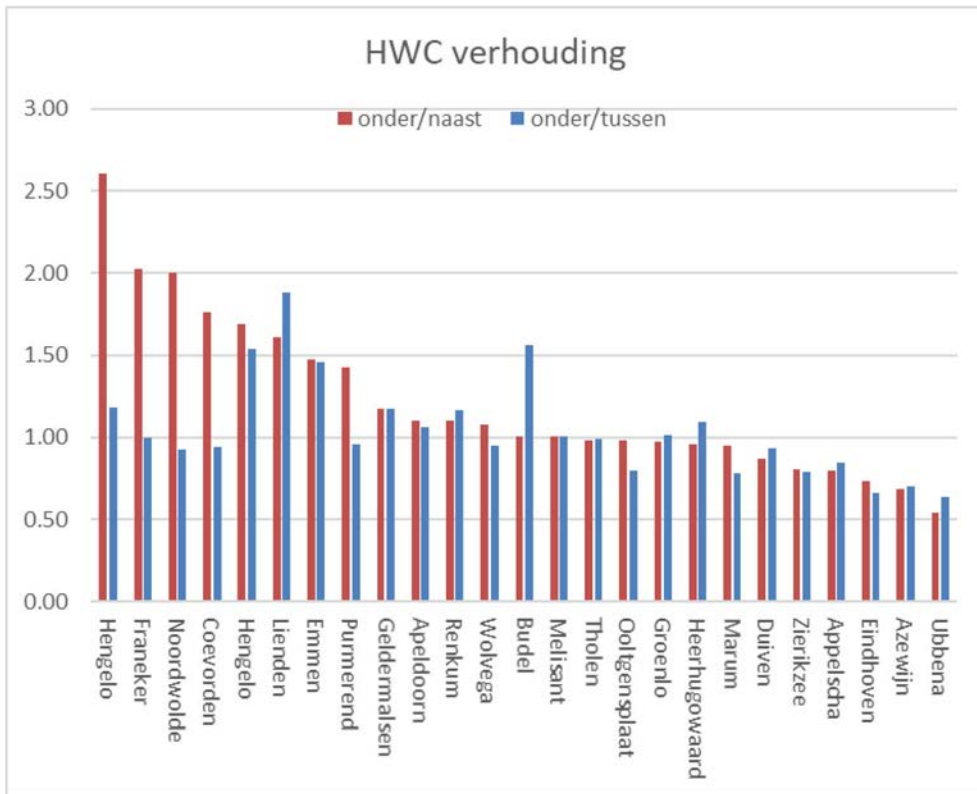
Tabel 3.1 Drogestofgehalte en de hoeveelheid heet water extraheerbaar koolstof (HWC) in de bodem van de zonneparken. Alleen de DS- en HWC-waarden van de referentie (naast) zijn getoond. Daarnaast staan de verhoudingen van waarden onder en naast de panelen, en onder en tussen de panelen.

Locatie	Droge stof %	verhouding		HWC µg C/g	verhouding	
		onder/naast	onder/tussen		onder/naast	onder/tussen
Renkum	86.6	1.07	1.06	628	1.10	1.17
Hengelo	89.6	1.04	1.07	417	1.69	1.54
Appelscha	87.1	0.95	1.03	639	0.80	0.85
Ubbena	91.6	0.96	0.96	446	0.55	0.64
Groenlo	88.0	1.04	1.01	681	0.97	1.02
Apeldoorn	83.2	0.95	0.97	801	1.10	1.06
Lienden	83.0	1.00	1.01	151	1.61	1.88
Heerhugowaard	81.0	0.99	0.99	697	0.96	1.10
Purmerend	69.0	0.92	1.00	1689	1.43	0.96
Duiven	77.5	1.04	1.03	1010	0.87	0.93
Budel	93.6	0.91	0.88	891	1.01	1.56
Eindhoven	92.9	0.92	1.01	734	0.73	0.66
Ooltgensplaat	83.4	0.95	0.95	383	0.98	0.80
Melissant	91.4	0.96	0.98	390	1.01	1.01
Geldermalsen	92.5	1.02	1.05	329	1.18	1.18
Franeker	76.8	0.91	0.98	797	2.03	1.00
Marum	85.6	0.97	1.01	1255	0.95	0.78
Hengelo	91.6	0.87	0.97	569	2.61	1.18
Coevorden	83.3	0.87	1.01	941	1.76	0.95
Emmen	67.1	0.86	0.86	2084	1.47	1.46
Tholen	92.1	0.90	0.94	324	0.99	0.99
Zierikzee	93.0	0.93	0.97	508	0.81	0.79
Wolvega	73.8	1.01	1.05	1931	1.08	0.95
Noordwolde	80.4	0.92	1.01	955	2.01	0.93
Azewijn	74.5	1.08	1.08	1415	0.69	0.70
mediaan		0.95	1.01		1.01	0.99
gemiddelde		0.96	0.99		1.23	1.04
standard error		0.01	0.01		0.10	0.06
T test, P		0.004	0.598		0.111	0.907

Er was, gemiddeld genomen, geen verschil in drogestofgehalte van de bodem onder en tussen de panelen. Er zijn dus geen aanwijzingen voor verdroging van de grond onder de panelen op het moment van monsternamen. Ook de verhouding van HWC-waarden onder en tussen de panelen verschilt niet van 1. Wel was het drogestofgehalte onder de panelen lager dan in de referentie (rand van het park) ($P=0.004$). De verhouding van 0.96 betekent dat de grond onder de panelen vochtiger was dan aan de rand. De voornaamste conclusie is dat er over de gehele dataset (nog) geen aanwijzingen zijn voor lagere HWC-waarden onder de panelen dan tussen de panelen, en daarmee geen indicatie voor afname van (labiele) organische stof. Als er verschillen zouden ontstaan na plaatsing van zonnepanelen, dan kan het 3 tot 5 jaar duren voor het meetbaar wordt.

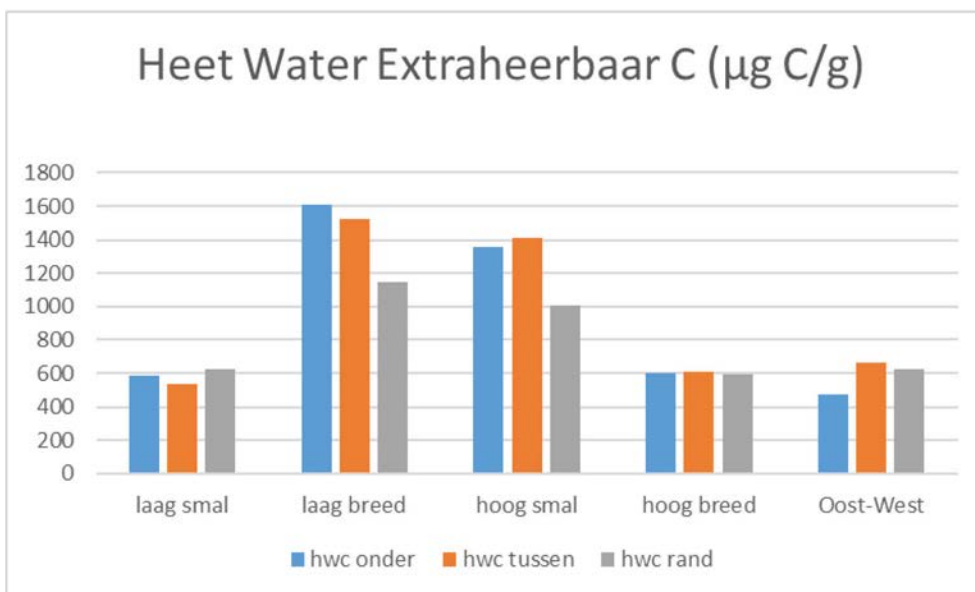
Als we de HWC-verhouding onder/in de referentie sorteren op afnemende waarde zien we een reeks locaties met waarden van 2.61 aflopend naar 0.55 (figuur 3.9). De parken vooraan hebben een aanzienlijk hogere HWC onder de panelen dan naast de panelen. Achteraan zien we locaties met een aanzienlijk lagere HWC onder de panelen dan in de referentie. Daarvan heeft een aantal locaties ook een lagere HWC onder de panelen dan tussen de panelen (lagere verhouding onder/tussen). Het zijn ook de oudste parken. Dit zou kunnen wijzen op negatieve effecten van de bedekking door panelen. Uit gerepliceerde veldproeven weten we dat verschillen van 20% (verhouding 0.8 of 1.2) fors en meestal significant zijn (o.a. Hoek et al., 2019). Positieve effecten (van schaduw) zijn ook denkbaar, met name tijdens droge zomers zoals in 2019 en 2020. Om deze veronderstellingen statistisch te kunnen toetsen, is het aan te bevelen meerdere replicaties binnen (een selectie van) locaties te onderzoeken. Ook is het aan te bevelen meer indicatoren te meten dan alleen de HWC. Voor bepaling

van bodemkwaliteit zijn meerdere indicatoren nodig (Bloem et al., 2006; Van den Elsen et al. 2019; Hanegraaf et al., 2019).



Figuur 3.9 Verhoudingen van heet water extraheerbaar koolstof (HWC), onder/naast(ref.), aflopende gesorteerd en onder/tussen. Hoge waarden wijzen op positieve, lage waarden op negatieve effecten, maar de verschillen zijn nog niet significant.

Aanwijzingen zijn er ook als we kijken naar de gemiddelde HWC-waarde voor de vijf categorieën zonnetafels. De beide oost-west-opstellingen, Zierikzee en Eindhoven, laten een meer dan 20% lagere HWC onder de tafels zien (figuur 3.10), maar dit verschil is vanwege o.a. het lage aantal niet getoetst. Verdere aanwijzingen worden per park besproken in hoofdstuk 6.



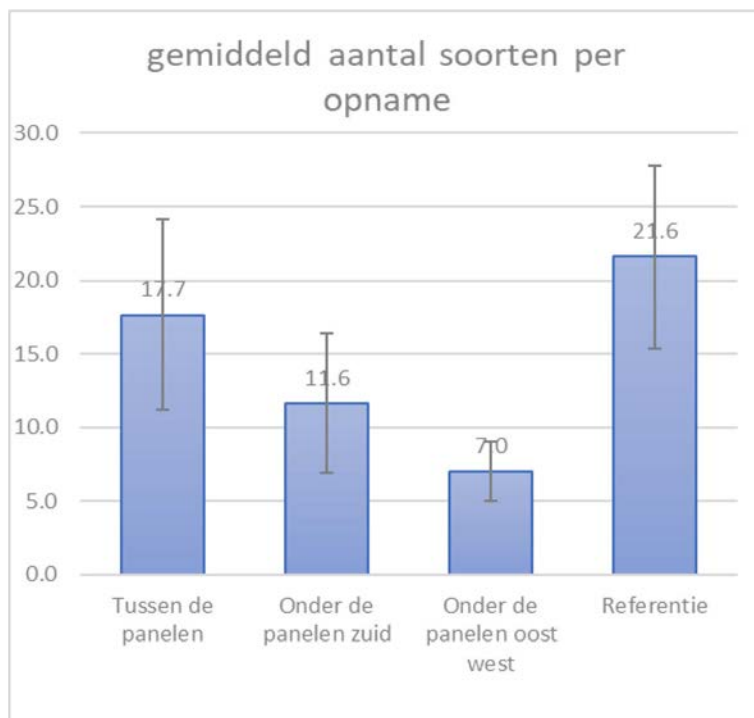
Figuur 3.10 Gemiddelde HWC-waarde in vijf categorieën zonnetafels.

3.3 Vegetatie

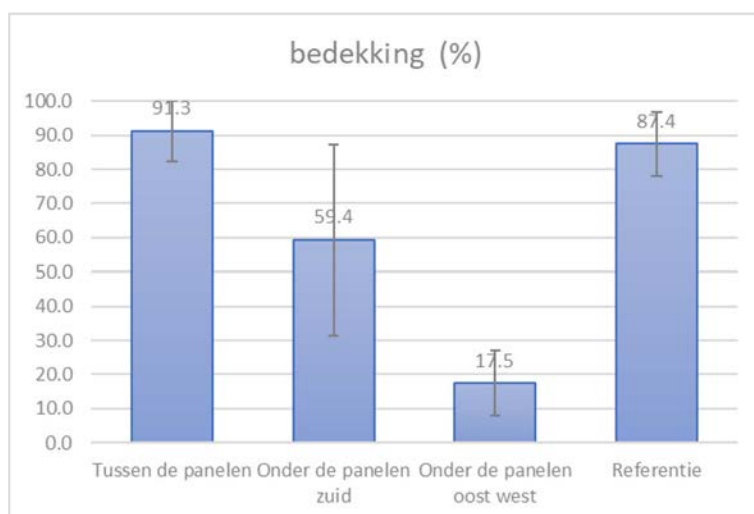
3.3.1 Braun-Blanquet-opnamen

Het gemiddelde aantal aangetroffen plantensoorten en de bovengrondse bedekking van de Braun-Blanquet-opnamen is weergegeven in nevenstaande grafiek. Tussen de panelen zijn significant meer soorten aangetroffen dan onder de panelen (t-test, $p < 0.01$).

Gemiddeld zijn tussen de panelen zes soorten meer aangetroffen dan onder de panelen (17,7 vs. 11,6). Het hoogste aantal soorten (21,6) komt voor in de referentie-opnamen in de volle zon. Bij de parken met een oost-west opstelling is het aantal soorten onder de panelen het laagst. Daar is ook het minste licht aanwezig onder de panelen.



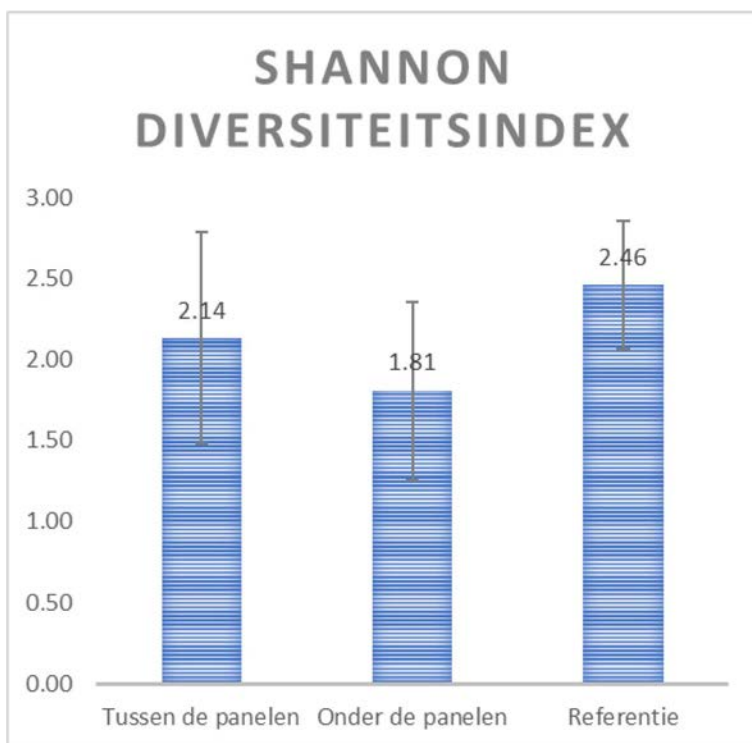
Figuur 3.11 Gemiddeld aantal plantensoorten per opname in 25 zonneparken, inclusief standaardafwijking. Alle verschillen zijn significant (t-test, $p < 0.01$, verschil 'tussen' en 'ref' $p < 0.05$).



Figuur 3.12 Gemiddelde bedekking per opname in 25 zonneparken, inclusief standaardafwijking. Alle verschillen zijn significant (t-test, $p < 0.01$) behalve tussen 'tussen' en 'referentie'.

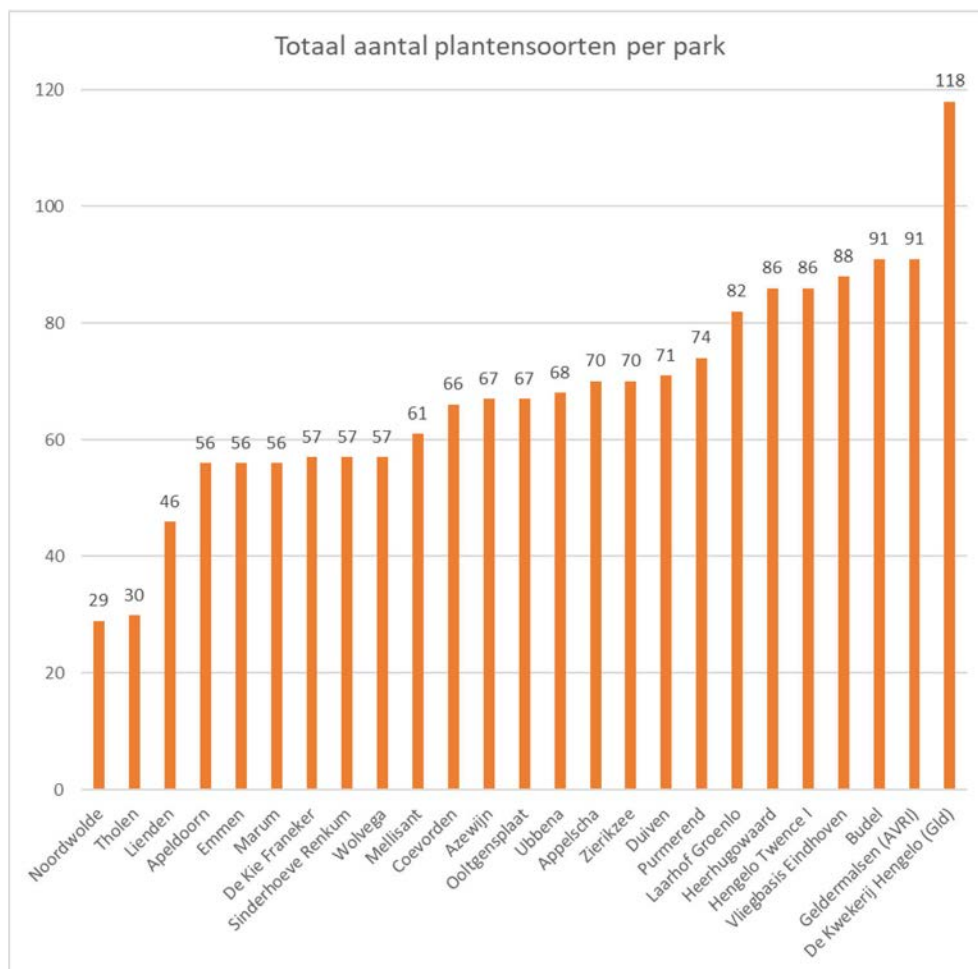
De gemiddelde bedekking van de vegetatie is onder de panelen significant lager dan tussen de panelen (t-test, $p < 0.01$). Dit is niet verwonderlijk, aangezien er onder de panelen minder licht is en de vegetatie opener wordt. Met name bij een oost-west-opstelling is de bedekking erg laag. De gemiddelde bedekking bij een zuid-opstelling is ca. 60%. Er is vrijwel geen verschil in bedekking tussen de referentie (aan de rand in het volle daglicht) en de paden tussen de panelentafels.

De Shannon-index is een maat voor de biodiversiteit van vegetatieopnamen. Het combineert het aantal soorten met de verdeling daarvan binnen de opname. Een opname waarbinnen de soorten gelijkmatiger verdeeld zijn, heeft een hogere waarde dan een opname waarin een of enkele soorten dominant zijn (bij gelijk soortenaantal). De diversiteit onder de panelen is het laagst en significant lager dan de referentie (t-test, $p < 0.01$). Tussen de panelen is de diversiteit hoger dan onder de panelen (maar net niet significant). De diversiteit in de referentie is ook significant hoger dan tussen de panelen ($p < 0.05$).



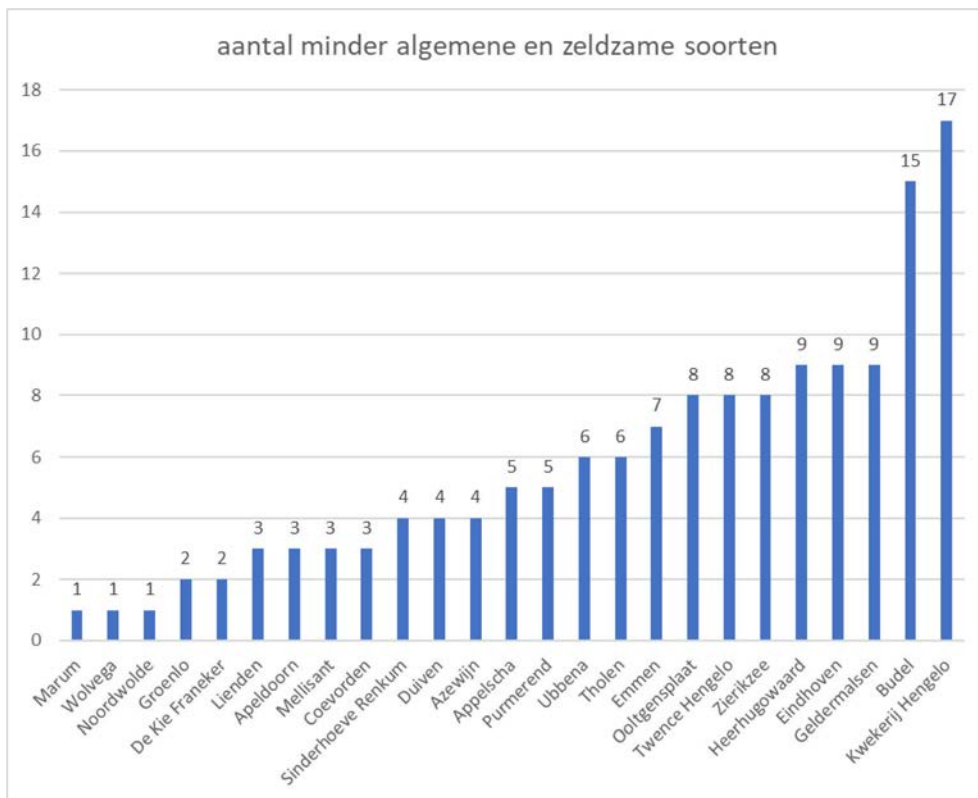
Figuur 3.13 Gemiddelde Shannon-diversiteit per opname in 25 zonneparken, inclusief standaardafwijking. Het verschil tussen 'onder de panelen' en 'referentie' is significant (t-test, $p < 0.01$), het verschil tussen 'tussen de panelen' en 'referentie' ook ($p < 0.05$).

3.3.2 Biodiversiteit per zonnepark



Figuur 3.14 Totaal aantal aangetroffen plantensoorten per zonnepark.

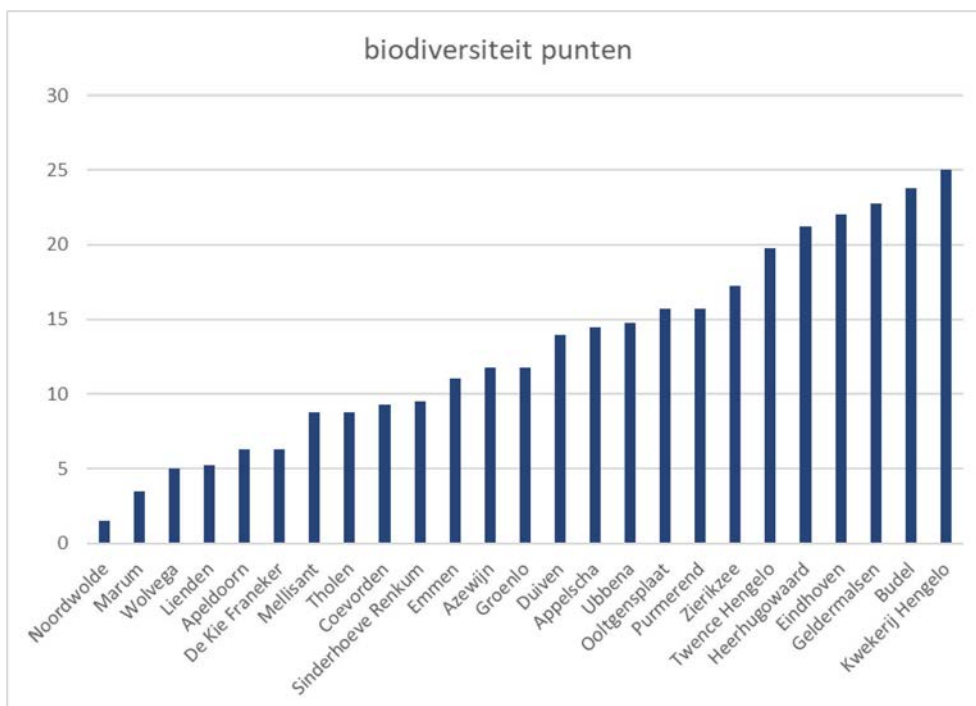
In bovenstaande grafiek is het totaal aantal aangetroffen plantensoorten per zonnepark weergegeven. Het gemiddelde over alle 25 zonneparken is 68 soorten. Ter vergelijking: op een gemiddeld productiegroenland komen maximaal 20-25 soorten voor, in een soortenrijke wegberm 50-60. Vergeleken met een intensief bemest productiegroenland komen op een zonnepark dus meer soorten voor. Het hoogste aantal soorten is aangetroffen op zonnepark De Kwekerij in Hengelo. Dit park is extensiever van opzet dan de meeste andere zonneparken, met minder panelen per hectare. Daar is veel aandacht voor het combineren van zonne-energie met biodiversiteit. Op de meeste parken echter is de aandacht voor biodiversiteit niet zo groot.



Figuur 3.15 Aantal minder algemene soorten (in Nederland in minder dan 700 uurhokken voorkomend) aangetroffen op zonneparken.

In totaal zijn op de 25 bezochte zonneparken 316 verschillende plantensoorten aangetroffen (van de ca. 1500 plantensoorten in Nederland). De meeste hiervan waren algemene soorten, maar er was ook een aantal minder algemene ('waardevollere') soorten die meer bijdragen aan biodiversiteit en natuurwaarde, zoals handjesgras, kleine pimpernel of echt duizendguldenkruid. Een maat voor de zeldzaamheid in Nederland is het aantal uurhokken (5 x 5 km) waarin een soort voorkomt. Nederland heeft 1685 uurhokken. Zeer algemene soorten komen in veel uurhokken voor. Zo komt een soort als grote brandnetel in 1537 uurhokken voor (peiljaar 2012). In dit onderzoek hebben we het aantal soorten dat in minder dan 700 uurhokken voorkomt als maat genomen voor minder algemene en zeldzamere soorten. In bovenstaande grafiek is te zien dat de meeste minder algemene soorten zijn aangetroffen op de Kwekerij in Hengelo en op het zonnepark in Budel. De laagste aantallen werden gevonden in Marum, Wolvega en Noordwolde.

In bijlage 9 zijn alle aangetroffen soorten per zonnepark weergegeven. In de tweede kolom staat het aantal atlasblokken van 5x5 km waar de soort in 2012 voorkwam. Hoe lager dit aantal, hoe zeldzamer de soort.



Figuur 3.16 Alle bezochte zonneparken gesorteerd op gecombineerd rangnummer van het totaal aantal soorten en het aantal 'minder algemene' soorten.

Met behulp van het totaal aantal soorten per park en het aantal 'minder algemene' soorten per park is een biodiversiteitsmaat gecreëerd. Hiervoor is het gemiddelde rangnummer van beide parameters genomen. Dit staat weergegeven in bovenstaande grafiek. De vier parken met de laagste biodiversiteit zijn Noordwolde, Marum, Wolvega en Lienden. De vier parken met de hoogste biodiversiteit zijn Eindhoven, Geldermalsen, Budel en de Kwekerij in Hengelo. De bodems op Eindhoven, Budel en Geldermalsen werden, voordat het zonnepark werd aangelegd, niet bemest. Bij het meest soortenrijke park, de kwekerij in Hengelo, was het voormalig gebruik een bemeste akker en bemest weiland. De bovengrond is daar niet verwijderd, wel zijn er wadi's aangelegd en is grond gebruikt voor wallen op het terrein. In combinatie met verschalingsbeheer en het inzaaien van kruiden is daar een hoge biodiversiteit ontstaan.

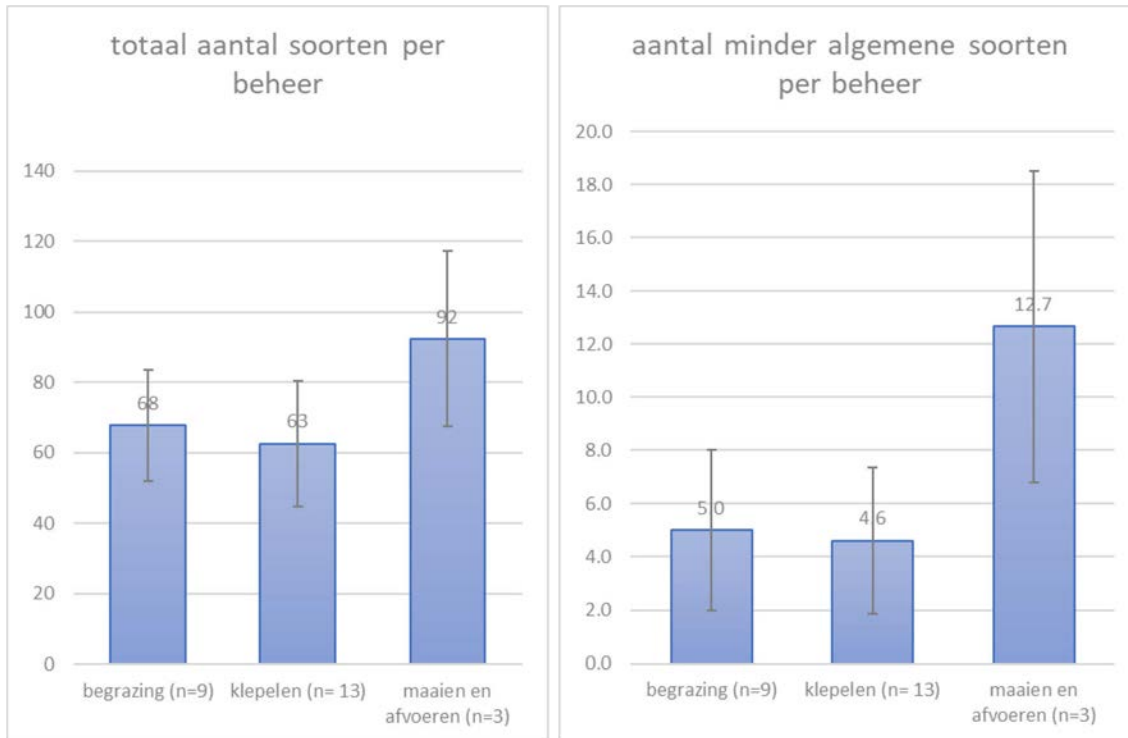
3.3.3 Grondsoort, beheer en voormalig gebruik

Tabel 3.2 Gemiddeld aantal soorten per bodem, beheer en voormalig gebruik.

De gekleurde cellen verschillen significant van de waarden uit dezelfde groep (Anova, $p < 0.05$).

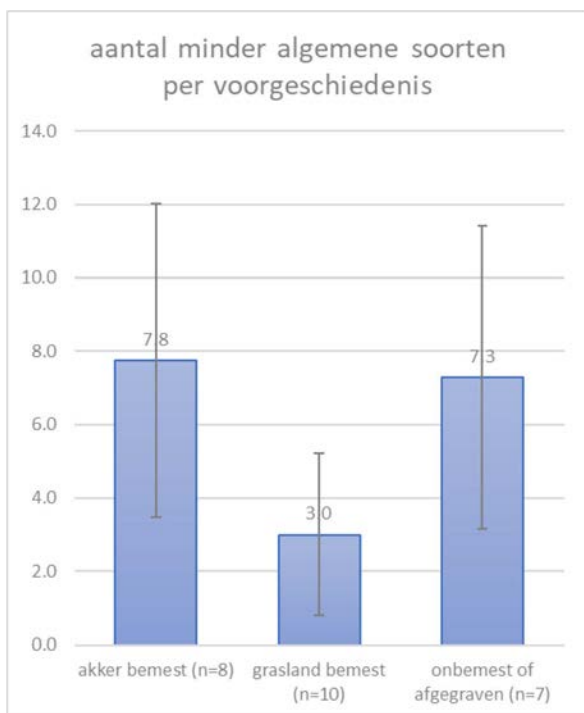
	Onder panelen	Tussen panelen	Referentie	Totaal in park	Minder algemene soorten
Bodem	Aantal soorten	Aantal soorten	Aantal soorten	Aantal soorten	Aantal uurhokken < 700
klei (n=6)	8.5	16.3	24.3	64.3	4.5
veen (n=2)	8.5	18.5	22.0	61.0	5.0
zand (n=11)	13.4	18.6	21.7	72.9	6.3
zavel (n=6)	11.3	16.7	19.2	65.0	6.2
Beheer					
begrazing (n=9)	11.8	17.2	22.7	67.8	5.0
klepelen (n= 13)	10.8	17.5	20.9	62.5	4.6
maaïen en afvoeren (n=3)	12.3	19.0	22.7	92.3	12.7
Voormalig gebruik					
akker bemest (n=8)	8.6	16.0	19.5	69.9	7.8
grasland bemest (n=10)	11.4	14.9	22.4	63.0	3.0
onbemest of afgegraven (n=7)	14.3	23.3	23.4	73.0	7.3

In bovenstaande tabel staat het gemiddelde aantal soorten (onder de panelen, tussen de panelen, in referentie, totaal op het park en het aantal 'minder algemene soorten') weergegeven per klasse (bodemtype, per beheer en per voormalig gebruik). Voor elk van de klassen is getoetst m.b.v. single factor Anova of de verschillen significant waren. Dit was het geval bij beheer. Bij maaien en afvoeren van het maaisel is het totaalaantal soorten op het park en het aantal minder algemene soorten hoger dan bij begrazing door schapen en klepelen. En bij het voormalig gebruik is het aantal minder algemene soorten significant lager bij bemest grasland vergeleken met akkers of onbemeste (of afgegraven) situaties.



Figuur 3.17 Het totaalaantal soorten (links) en minder algemene soorten (rechts) per beheertype inclusief standaardafwijking. De verschillen tussen maaien en afvoeren en de andere beheertypen zijn significant (Anova, $p < 0.05$).

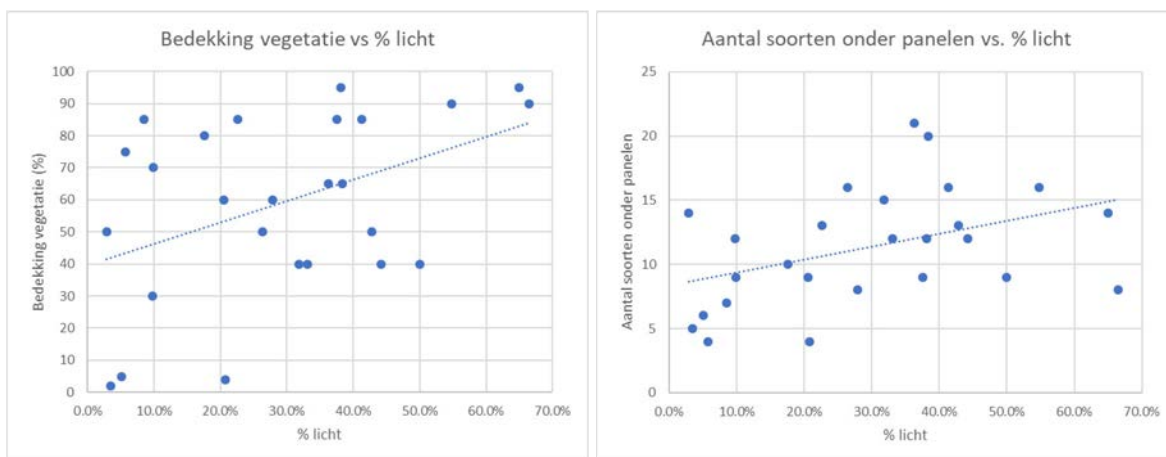
Maaien en afvoeren van het maaisel resulteert dus in een hoger aantal soorten en een hoger aantal 'minder algemene' soorten dan begrazing met schapen of klepelbeheer. Opvallend is overigens dat slechts 3 van de 25 zonneparken een beheer hebben van maaien en afvoeren van het maaisel.



Figuur 3.18 Het aantal minder algemene soorten (minder dan in 700 uurhokken voorkomend) per voormalig gebruik. Bemest grasland heeft significant lagere aantallen (Anova, $p < 0.05$).

Het effect van het voormalig gebruik op het aantal soorten was alleen waarneembaar in het aantal minder algemene soorten. Daar waar het zonnepark was gerealiseerd op voormalig bemest grasland was het aantal minder algemene soorten significant lager dan op akkers of onbemeste situaties of waar de bovengrond was afgegraven (Anova, $p < 0.05$).

3.3.4 Hoeveelheid licht onder de panelen



Figuur 3.19 Verband tussen de hoeveelheid licht onder de panelen (als percentage van het volle daglicht) en de bedekking (links) en het aantal plantensoorten (rechts). Beide verbanden zijn significant positief (lineaire regressie, $p < 0.05$).

De hoeveelheid licht onder de panelen is gemeten in een transect met tussenliggende afstanden van 50 cm. Daarna is per punt het percentage licht t.o.v. het volle daglicht berekend en deze percentages zijn voor elk park weer gemiddeld. Hoewel de spreiding groot is, is de hoeveelheid licht positief gecorreleerd met de bedekking van de vegetatie (lineaire regressie, $p < 0.05$, verklaarde variantie 19%). Hoe meer licht er onder de panelen aanwezig is, hoe hoger de bedekking. Ook het verband tussen het aantal soorten onder de panelen en de hoeveelheid licht is positief ($p < 0.05$, verklaarde variantie 17%). Hoe meer licht er onder de panelen komt, hoe hoger het aantal soorten.

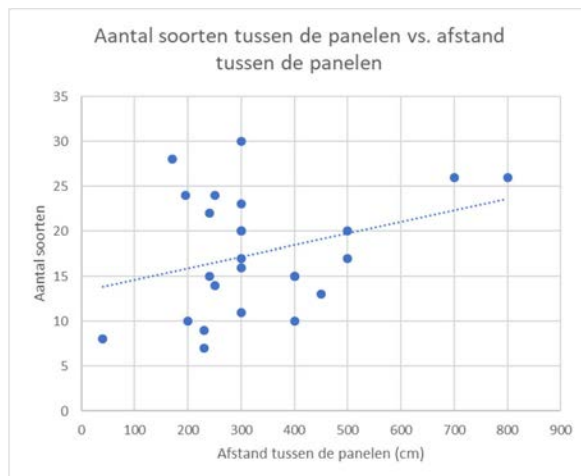
Tabel 3.3 Hoeveelheid licht als percentage van het daglicht bij verschillende typen opstellingen van panelen.

	laag (0-75 cm)	hoog (> 75 cm)
smal (0-400 cm)	33.2%	40.2%
breed (> 400 cm)	24.0%	24.3%
breed (> 400 cm) oost-west		7.5%

De hoeveelheid licht die nog aanwezig is onder panelen verschilt per opstelling. Bij smalle tafels (tot 400 cm) komt meer licht onder de panelen dan bij brede tafels. Extreem laag is de hoeveelheid licht bij oost-west-opstellingen (7,5%). Panelen staan altijd onder een hoek opgesteld. Als het onderste punt wat hoger begint (> 75 cm), komt er bij smalle tafels wat meer licht onder de panelen dan als het onderste punt lager begint. Bij brede tafels is dit verschil er niet. Vanuit het advies om de hoeveelheid licht onder de panelen zo hoog mogelijk te houden, verdienen smalle tafels de voorkeur boven brede tafels. Oost-west-opstellingen worden afgeraden.

3.3.5 Afstand tussen de panelentafels

Er is getoetst of er een verband bestaat tussen deze afstand tussen de zonnetafels en het aantal daar aanwezige soorten. Hoewel er een positieve trend zichtbaar lijkt, is er geen significant verband. Grotere afstanden lijken meer mogelijkheden te geven voor plantensoorten om zich te vestigen, maar vanaf minimaal 200 cm worden ook al hoge soortenaantallen waargenomen.



Figuur 3.20 Verband tussen de afstand tussen de panelentafels en het aantal soorten tussen de tafels. De spreiding is groot en het verband is niet significant (lineaire regressie, $p > 0,05$).

3.3.6 Plantensoorten

In bijlage 10 staan alle soorten uit de vegetatieopnamen (dus niet de extra soorten buiten de opnamen) weergegeven in een samenvattende tabel per klasse (onder panelen, tussen panelen, referentie) met frequentie en gemiddelde bedekking. Soorten die opvallend meer of minder voorkomen, zijn in onderstaande tabel nogmaals weergegeven. Criterium was dat de gemiddelde bedekking van een soort ergens 75% hoger of lager moest zijn en de frequentie moest minimaal II zijn (20-40% van de opnamen) in een van de klassen.

Tabel 3.4 Soorten met de grootste verschillen onder de panelen, tussen de panelen of in referentie.

Freq. en gemiddelde bedekking	Onder de panelen		Referentie		Tussen de panelen		Nederlandse naam
	frequentie	bedekking	frequentie	bedekking	frequentie	bedekking	
I = 0-20%, II = 21-40%, III = 41-60%, IV = 61-80%, V = 81-100%							
	I	2.3	II	9	II	9.3	Gewoon duizendblad
	III	8.2	III	15.9	III	14.8	Gewoon struisgras
	III	12.5	IV	4.6	IV	5.9	Gestreepte witbol
			II	3.7	I	4.3	Gewoon biggenkruid
	IV	17.2	IV	19.4	V	30.1	Engels raaigras
	I	2	III	5.4	II	7	Smalle weegbree
	II	3.5	IV	6.8	III	4.4	Witte klaver
	I	4.8	II	9	III	4.7	Kruipende boterbloem
	I	2	II	3.9	II	2.1	Klein streepzaad
			II	5.2	I	3	Knoopkruid
	III	15	II	2.3	II	7.7	Grote brandnetel
	II	11	I	2	I	2	Gewone braam
	II	5.7	III	6.4	III	11.1	Kropaar
	I	2.3	II	8.3	II	4.1	Straatgras
	I	2.7	II	9	I	2.3	Gewoon varkensgras

Soorten die onder de panelen aanmerkelijk minder voorkomen dan tussen de panelen en in de referentieopnamen zijn duizendblad, gewoon struisgras, gewoon biggenkruid, smalle weegbree en knoopkruid. Dit zijn graslandsoorten van lichte en matig voedselrijke omstandigheden. Soorten die juist relatief meer voorkomen onder de panelen zijn gestreepte witbol, grote brandnetel en braam. Met name de laatste twee soorten zijn een indicatie van ophoping van voedsel (stikstof) en deze groeien ook prima onder meer donkere omstandigheden, zoals in bossen. Twee grassoorten die tussen de panelen in relatief hoge bedekking voorkomen, zijn Engels raaigras en kropaar. Met name Engels raaigras komt in vrijwel alle opnamen voor en heeft tussen de panelen een gemiddelde bedekking van meer dan 30%. Dit is een van de meest ingezaaide grassoorten van bemeste weilanden, maar ook als het zonnepark is aangelegd op een voormalige akker wordt vaak Engels raaigras ingezaaid. Bijna alle zonneparken kennen klepelbeheer of worden met schapen begraasd en dit handhaaft de dominantie van dit gras. In de referentieopnamen komen kruiden als witte klaver, kruipende boterbloem en klein streepzaad meer voor dan onder of tussen de panelen. Ook straatgras en varkensgras hebben een hogere bedekking in de referentieopnamen, dit zijn allebei planten die goed gedijen bij betreding.

3.3.7 Samenvattend conclusies vegetatie

- Onder de panelen komen minder plantensoorten voor dan tussen de panelen. Dit geldt in extreme mate voor oost-west-opstellingen, waar de hoeveelheid licht onder de panelen erg laag is. Ook de biodiversiteit binnen de opnamen (Shannon-index) is het laagst onder de panelen. Onder de panelen groeien relatief veel ruigtesoorten zoals grote brandnetel en braam.
- Onder de panelen is de bedekking significant lager dan tussen de panelen. Dit is gecorreleerd aan de lagere hoeveelheid licht onder de panelen. Onder smalle tafels is de hoeveelheid licht groter dan onder brede tafels.
- Hoe groter de afstand tussen de tafels met panelen, hoe groter de mogelijkheden voor biodiversiteit, vanwege meer ruimte en variatie in omstandigheden. Maar het verband tussen het aantal plantensoorten tussen de panelen en de afstand tussen de panelentafels is in dit onderzoek niet significant. Vanaf minimaal ca. 2 meter zijn hoge soortenaantallen mogelijk, mits het beheer goed wordt uitgevoerd.
- Van drie factoren is onderzocht in hoeverre het aantal soorten en het aantal 'minder algemene' soorten verschilt tussen de parken. Deze factoren zijn grondsoort, beheer en voormalig gebruik (voor aanleg van het zonnepark). Bij grondsoorten waren de verschillen niet groot. Beheer bleek wel een essentieel verschil op te leveren: bij maaien met afvoer van het maaisel was het totaalaantal soorten en het aantal 'minder algemene' soorten significant hoger dan bij klepelen en bij begrazing.

Ook het voormalig landgebruik bleek uit te maken. In zonneparken op bemeste weilanden komt een significant lager aantal 'minder algemene' soorten voor dan op akkers of onbemeste grond.

- De diversiteit aan plantensoorten aanwezig op zonneparken verschilt sterk. Op enkele parken is veel aandacht voor biodiversiteit en is daar bij inrichting en het beheer nadrukkelijk rekening mee gehouden. Maar bij het overgrote deel van de zonneparken is deze aandacht er niet. Theoretisch liggen er op zonneparken veel mogelijkheden voor verhoging van biodiversiteit, omdat de meeste zonneparken op intensief gebruikte landbouwgrond worden aangelegd waar de biodiversiteit minimaal is. In een zonnepark zijn bemesting en gebruik van bestrijdingsmiddelen niet nodig, dit geeft mogelijkheden voor verhoging van de natuurwaarden. In de onderzochte zonneparken worden deze kansen meestal niet benut. Het aantal plantensoorten in niet voor biodiversiteit beheerde zonneparken is weliswaar groter dan in gangbaar grasland, maar het aantal interessante soorten, die vermoedelijk ook meer leefgebied opleveren voor allerlei diersoorten, is gering. Wil je op voormalige landbouwgrond resultaten bereiken, dan is zeker de eerste jaren een verschrallingsbeheer noodzakelijk. Dit betekent maaien en afvoeren van het maaisel. Slechts 3 van de 25 onderzochte zonneparken hebben dit beheer. Hier valt dus nog veel winst te boeken.
- In de soortenlijst met alle soorten uit het park (bijlage 9) staat ook een aantal soorten waarvan het aantal uurhokken waar de soort voorkomt in Nederland niet bekend is. Dit zijn meestal ingezaaide soorten die niet inheems zijn, veelal akkeronkruiden. Op een aantal parken zijn deze ingezaaid om een fleurig uiterlijk te creëren. Omdat het overwegend om soorten gaat die oorspronkelijk niet in Nederland voorkomen, is het effect op de biodiversiteit onduidelijk en mogelijk zelfs negatief. Geadviseerd wordt om indien men wil inzaaien, dit te doen met inheemse soorten en van lokale herkomst. Zaadbedrijven die zijn aangesloten bij het Levend Archief (www.levendarchief.nl) kunnen deze leveren.

4 Update effecten zonnepanelen op de bodemkwaliteit

Door een zonnepark op landbouwgrond te plaatsen, raakt de grond zijn landbouwbestemming (tijdelijk) kwijt. Volgens Coenen (2018) wordt het officieel dan niet meer als landbouwgrond geïnclassificeerd, vervalt de landbouwvrijstelling en kan de grond niet worden benut voor mestverwerking. Vergunningen voor zonneparken worden nu afgegeven met de verwachting dat de grond na 25 jaar opnieuw als landbouwgrond in gebruik wordt genomen. De maatschappelijke vraag is of de landbouwkundige bodemkwaliteit er gedurende die 25 jaren op vooruitgaat, gelijk blijft of achteruitgaat. En als het achteruit zou gaan, of dat te herstellen is. Deze vraag is eerder behandeld in Van der Zee et al. (2019). De conclusie uit dat literatuuronderzoek was dat er over dit onderwerp vrijwel niets bekend is. Door het ministerie van LNV is daarom verzocht om in dit rapport aan te geven wat in de nieuwe literatuur (na 2018) bekend is geworden over de effecten van de zonnepanelen op de bodemkwaliteit en de mogelijkheden voor verbetering van de bodemkwaliteit voor landbouwkundig gebruik, nadat de grond een langjarige periode (15-25 jaar) als zonnepark in gebruik is geweest.

Wereldwijd is er een tendens om zonneparken te combineren met landbouwgewassen of veehouderij. In die multifunctionele combinaties is de landbouwkundige bodemkwaliteit van belang voor de gewasproductie. De techniek voor dergelijke combinaties heet agrivoltaïcs of agrifotovoltaïcs (APV). Ook hierbij is de vraag wat het effect is van toepassing van deze technieken op de bodemkwaliteit.

We behandelen de literatuur die we vonden en geven een korte nabeschuiving.

Landbouwkundige bodemkwaliteit

Landbouwkundige bodemkwaliteit is een begrip dat door de jaren heen is gewijzigd als gevolg van veranderende inzichten en beleid.

Het begrip landbouwkundige bodemkwaliteit is uitgewerkt in het in 2019 gestarte Nationaal Programma Landbouwbodems. In dat programma beoogt de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) dat alle landbouwbodems in Nederland in 2030 duurzaam worden beheerd. Dit programma met de daarin genoemde definities, beoordelingscriteria en meetmethoden voor duurzame landbouwbodems biedt houvast voor het bepalen van de landbouwkundige bodemkwaliteit. Op dit moment is dat programma in ontwikkeling (Hanegraaf, 2019). Om dat beleid te kunnen realiseren, is het onder meer nodig om vast te stellen hoe bodemkwaliteit kan worden gemeten en wat duurzaam beheer is. Het ministerie van LNV heeft Wageningen University & Research gevraagd om op basis van twee eerdere rapportages met een indicatorset te komen, gebaseerd op een robuuste systematiek, voor een eenduidige beoordeling van de bodemkwaliteit in landbouwgronden in Nederland. De voorgestelde set Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN) bestaat uit vier hoofdgroepen: Fysisch, Chemisch, Biologisch, Organische stof. Het betreft een overkoepelende, samenhangende set van zeventien indicatoren voor de beoordeling van de bodemkwaliteit van landbouwgronden, die als basis kan dienen voor de selectie van indicatoren voor specifieke vormen van landgebruik, bodemtypen en doelen van de beoordeling.

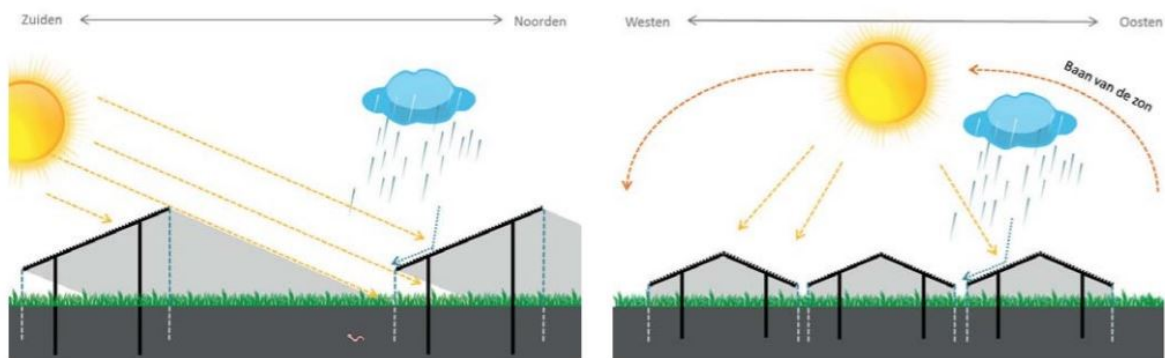
Gelet op deze ontwikkeling ligt het voor de hand om de bodemkwaliteit in zonneparken op dezelfde manier te meten. Of er een juridische grondslag is voor zonneparken om aan deze duurzaamheidsdoelstellingen te voldoen, is in dit korte literatuuronderzoek niet nagegaan.

Voor de ontwikkeling van het meetprotocol biodiversiteit in zonneparken voor het Consortium Zon In Landschap (zie www.zoninlandschap.nl) is onderzocht of het haalbaar is deze zeventien indicatoren bij monitoring in zonneparken in te zetten. In dat protocol is een beperkte set voorgesteld, omdat de financiële middelen om alle indicatoren te bepalen veelal ontbreken.

Het ecosysteem van zonneparken

Kennis over de werking van het ecosysteem van zonneparken is relevant voor multifunctioneel gebruik. De lay-out/configuratie van een zonnepark heeft effect op het microklimaat onder de panelen, de hoeveelheid licht en water die de bodem bereiken. In de praktijk bestaan er veel verschillen qua ontwerp en configuratie en dat is van invloed op het ecosysteem onder de panelen, waar de bodem deel van uitmaakt.

Qua ontwerp zijn er variaties in hoogte, breedte, hellingshoek, expositie (oost-west of ongeveer zuid) en in de afstand tussen panelen onderling in de tafel, en in afstand tussen de tafels. Binnen de tafels liggen de panelen in rijen, landschap of portret geplaatst. Op landschapsniveau worden de tafels ook vaak als rijen aangeduid. Bij het richten van zonnepanelen op de zon, een-assig of twee-assig (*solar tracking*), is de expositie variabel. Op het niveau van zonneparken komt dit echter nog niet voor in Nederland. Qua configuratie zijn er variaties, bijvoorbeeld in de mate waarin PV-panelen licht doorlaten, tweezijdig (bifacial) energie opvangen en/of flexibel meebewegen met de stand van de zon.



Figuur 4.1 Voorbeeld van veelvoorkomende (monofunctionele) zonneparken op meestal voormalige landbouwgronden. Links expositie op het zuiden, rechts een oost-west-opstelling (Kok et al., 2017).

Technologische innovaties kunnen leiden tot geheel andere ontwerpen en configuraties van zonneparken en daarmee ook de ecologische condities veranderen. Een actueel voorbeeld (figuur 4.2) is het ca. 14 ha grote zonnepark (4.1 MW), dat in 2020 in Donau Schingen-Aasen (Duitsland) is gerealiseerd door ontwikkelaar Next2Sun (Enkhardt, 2020). De effecten van licht, hemelwater en microklimaat op de bodem zal naar verwachting verschillen met de in dit rapport onderzochte opstellingen.



Image: Next2Sun

Figuur 4.2 Voorbeeld van een in 2020 in Duitsland gerealiseerd zonnepark (14 ha) met verticale bifaciale zonnepanelen (Enkhardt, 2020).

Agrivoltaics

Wereldwijd is er de afgelopen tien jaar een sterke groei te zien in agrivoltaics. Daarin gaat het om dubbel landgebruik, waarin de productie van duurzame energie met PV-panelen wordt gecombineerd met voedselproductie, in de vorm van akkerbouw, tuinbouw, fruitteelt of veehouderij (figuur 4.3).

Er lopen momenteel tientallen agrivoltaic experimenten, onder andere in Duitsland, Frankrijk, Japan, Chili en de USA. Sommige agrivoltaic systemen hebben de commerciële uitrolfase bereikt, zoals in Italië en China (Weselek, 2019). Medio oktober 2020 heeft hierover een eerste wereldwijde conferentie plaatsgevonden voor wetenschappers, bedrijven en overheden. In Nederland is agrivoltaics nog nauwelijks wetenschappelijk beproefd, met uitzondering van een experiment met zonnepanelen boven fruitteelt in Babberich. Vattenfal is bezig met het opzetten van een combinatie van PV en akkerbouw met gebruikmaking van strokenteelt.

Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat er sprake kan zijn van een wederzijds voordeel voor zowel de agrarische productie als voor duurzame energieproductie (Barron-Gafford, 2019; Weselek, 2019). Verschillende experimenten laten zien dat de gewasproductie onder zonnepanelen kan toenemen als gevolg van een gunstig microklimaat. Er treedt minder verdamping op en de lagere temperaturen onder de panelen dragen bij aan een hogere energieopbrengst. Dit zou een nieuw ontwikkelingsperspectief kunnen bieden in droogtegevoelige gebieden, waar hittestress gewasgroei belemmert.

In de komende decennia is er ook in Nederland meer ruimte nodig voor de productie van zonne-energie, terwijl ook de agrarische productie ruimte nodig heeft om de groeiende wereldbevolking van voldoende voedsel te voorzien. Dat leidt in dichtbevolkte gebieden tot competitie om de ruimte. Agrivoltaics is een manier om efficiënter met dat ruimtegebruik om te gaan.



Foto: KU Leuven

Figuur 4.3 Voorbeeld van agrivoltaics boven perenteelt (KU Leuven).

Onderzoeksresultaten sinds 2018 over effecten van PV-opstellingen op de bodemkwaliteit

Bij de zoektocht naar nieuwe publicaties zijn geen nieuwe studies naar voren gekomen die gebaseerd zijn op empirisch onderzoek. Wel zijn twee publicaties gevonden die gaan over het herstel van bodem/vegetatie op zonneparken na aanleg. Dat is bijvoorbeeld het geval in de publicatie over vegetatie- en bodemherstel, door middel van inheemse vegetaties die het mycorrhiza-systeem in de bodem herstellen (Ormeño Mónica Sánchez, 2016).

Herbegroeiing is ook onderzocht door Choi (2020): "In particular, solar energy infrastructure can require extensive landscape modification that transforms soil ecological functions, thereby impacting

hydrologic, vegetative, and carbon dynamics. However, reintroducing native vegetation to solar PV sites may be a means of restoring their soils. To this end, we investigated critical soil physical and chemical parameters at a revegetated photovoltaic array and an adjacent reference grassland in Colorado, United States. Seven years after revegetation, we found that carbon and nitrogen remained lower in the PV soil than in the reference soil and contained a greater fraction of coarse particles. We also found that the PV modules introduced heterogeneity in the soil moisture distribution, with precipitation accumulating along the lower edges of panels. The redistribution of soil moisture by panel arrays could potentially be used in concert with planting strategies to maximize plant growth or minimize soil erosion and should be considered when evaluating the potential to co-locate vegetation with solar infrastructure.”

Op dit moment zijn er in Nederland twee lopende initiatieven bekend met empirisch onderzoek naar de bodemkwaliteit onder zonneparken.

- In 2020 zijn ecologen van de Rijksuniversiteit Groningen gestart met een onderzoek naar biodiversiteit en bodemkwaliteit in bestaande zonneparken in de provincie Groningen. De komende vijf jaar gaan de onderzoekers bij vijftien zonneparken de bodem, begroeiing, insecten, zoogdieren en vogels monitoren. Het doel van het onderzoek is te komen tot de beste inrichting en beheer voor biodiversiteit en bodemkwaliteit (BN 2020 <https://www.energienieuws.info-/2020/07/ecologen-rug-onderzoeken-effect.html>).
- Eind 2020 is het onderzoek SolarEcoPlus gestart. Het hoofddoel van dat onderzoek is om ecologische en economische opbrengsten van zonneparken opgebouwd met innovatieve, tweezijdig werkende panelen te bepalen voor de meest voorkomende grondsoorten in Nederland: zand, veen en klei (<https://zoninlandschap.nl/projecten/i216/solarecoplus>).

Onderzoeksresultaten over de effecten van agrivoltaic systemen op de bodemkwaliteit

Er zijn geen wetenschappelijke publicaties gevonden die op basis van empirisch onderzoek de effecten van agrivoltaic systemen op de landbouwkundige bodemkwaliteit hebben gemeten.

Het onderzoek naar agrivoltaic systemen richt zich voornamelijk op de gewas- en energieopbrengsten door optimalisatie van de lay-out/configuratie.

Waterhuishouding is een belangrijk onderdeel van het microklimaat, inclusief de bodem. Onderzoeken zoals van Yu Liu (2019) tonen aan dat de luchtvochtigheid onder de panelen hoger en de temperatuur lager is dan in het open veld. Het gevolg is een hogere biomassa-productie, hetgeen zeker in droge gebieden ecologische voordelen kan opleveren. Het overzichtsartikel van Weselek (2019) laat zien dat dit op meerdere continenten is onderzocht en bevestigd.

Nabeschuiving

Het Nationaal Programma Landbouwbodems beoogt dat in 2030 alle landbouwgronden duurzaam worden beheerd. De vraag is of zonnevelden die zijn gerealiseerd op landbouwgronden daaronder vallen. Als dat wel het geval is, dan is er kennis nodig over de impact van de zonnevelden op de landbouwkundige bodemkwaliteit. En met die inzichten zijn maatregelen te formuleren die via het ontwerp (lay-out/configuratie) en beheer van een zonnepark daaraan bijdragen.

In dat Nationaal Programma Landbouwbodems worden beoordelingscriteria en meetmethoden voor duurzame landbouwbodems ontwikkeld. Het ligt voor de hand om daar aansluiting bij te zoeken voor empirisch onderzoek naar bodemkwaliteit bij zonnevelden, wanneer deze nog de bestemming landbouwgronden hebben. Wereldwijd, ook in Nederland, is er een forse toename van het aantal zonnevelden in allerlei lay-out/configuraties, monofunctioneel en ook in combinaties met landbouw, natuurherstel, waterberging en dergelijke. Een duurzame bodem is voor al die toepassingen relevant, maar er gebeurt nauwelijks empirisch onderzoek naar de effecten van de PV lay-out/configuraties op de bodemkwaliteit. Ook is er (wereldwijd) weinig onderzoek naar mogelijke herstelmaatregelen.

Agrivoltaics is een perspectiefvolle ontwikkeling voor meervoudig ruimtegebruik met PV. Bij Agrivoltaics is de vraag of deze gronden nog landbouwgronden zijn niet aan de orde. Dat zijn ze. Internationaal onderzoek naar agrivoltaics gaat voornamelijk over de combinatie van PV met traditionele landbouwproductie en nauwelijks met duurzame, natuurinclusieve en klimaatbestendige

landbouwsystemen. Duurzaam bodembeheer krijgt daarin nauwelijks aandacht. De Nederlandse landbouw staat voor een uitdaging om te verduurzamen. Vanuit die opgave lijkt het de moeite waard om ook nieuwe combinaties met duurzame energieopwekking te verkennen. Aandacht voor de effecten op de bodemkwaliteit zijn dan noodzakelijk.

5 De ligging van zonneparken in Nederland

Dit hoofdstuk betreft het actuele overzicht van zonneparken in Nederland. Het resultaat van de werkzaamheden is een dataset met de per 22 september 2020 voorkomende zonneparken op basis van Sentinel 2-beelden, in combinatie met de door het Kadaster in de Top10NL (versie juni 2020) opgenomen zonneparken. De totale oppervlakte aan zonneparken in Nederland is op 22 september 2020 1616 ha (volledig automatische procedure). Uit dit gebied was al 1025,5 ha aanwezig in de Top10NL (versie juni 2020 - zonneparken gebouwd voor augustus 2019). Vanaf augustus 2019 tot september 2020 groeide het areaal zonneparken dus met 590,5 ha.

In totaal zijn er per 22 september 2020 volgens het automatische gemaakte bestand 284 zonneparken in Nederland. Hiervan waren er al 130 parken in kaart gebracht door de BRT/Top10NL (versie juni 2020 – situatie 1 augustus 2019); op basis van onze methode zou het aantal zonneparken met 154 parken uitgebreid zijn. Het werkelijke aantal nieuwe parken ligt lager, want nieuw gedetecteerde zonneparken worden als één park gezien wanneer individuele clusters binnen 100 m van elkaar liggen. Na deze correctie is het aantal nieuw gedetecteerde parken 99.

Na het verkrijgen van resultaten hebben we een visuele kwaliteitscontrole uitgevoerd. De kaart of ruimtelijke dataset van voorspelde zonneparkgebieden is vergeleken met recente Sentinel 2-satellietbeelden en luchtfoto's (augustus 2020) die beschikbaar zijn op satellietdataportal.nl. en met gegevens uit Open Street Map (OSM). Gebieden die ten onrechte als zonneparken zijn geclassificeerd, zijn uit de resulterende dataset verwijderd (66 in totaal) en nieuw ontdekte zonneparken zijn toegevoegd (11 in totaal: 6 op land en 5 op water). Na deze wijziging bedroeg het totale oppervlakte aan zonneparken in Nederland 1616,0 ha. Van dit gebied was al 1025,5 ha aanwezig in BRT/Top10NL (versie juni 2020 - zonneparken aangelegd voor augustus 2019). Vanaf dat moment groeide het areaal zonneparken nog met 590,5 ha (tabel 5.1).

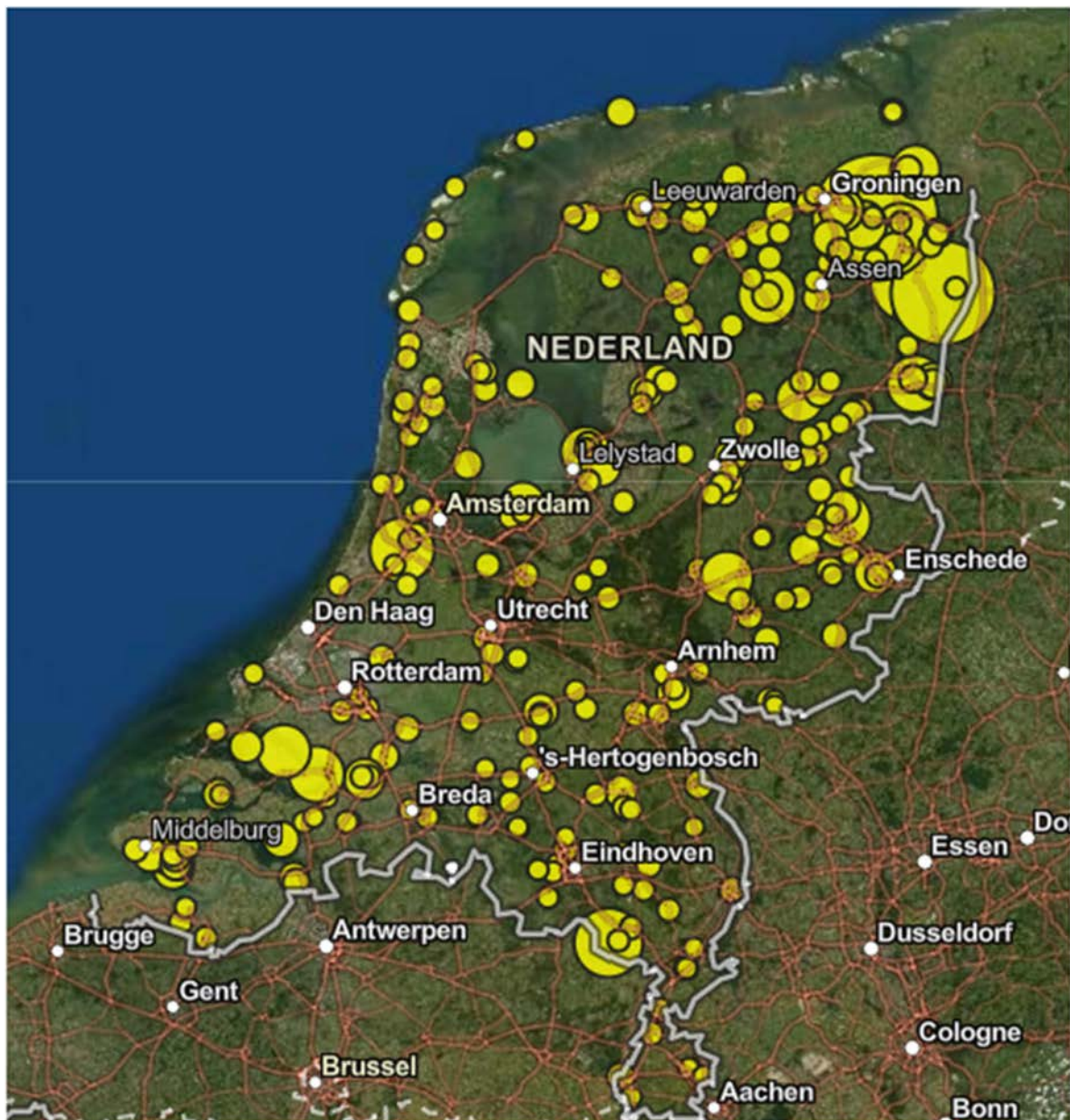
Na genoemde correctie komen we tot de volgende aantallen:

- In totaal 229 zonneparken per 22 september in Nederland aanwezig (bijlage 8);
- 130 zonneparken in kaart gebracht door de BRT/Top10NL (versie juni 2020);
- 99 zonneparken zijn er sindsdien bijgekomen.

Tabel 5.1 Areaal zonneparken per bodemtype (<https://www.wur.nl/nl/show/Grondsoortenkaart.htm>).

	Oppervlakte in ha				%	
	Top10NL-zonneparken	Recente nieuwe parken	Totaal-oppervlak met zonneparken	Zonder	Zonneparken t.o.v. totale oppervlakte per bodemtype	Per bodemtype t.o.v. totaal areaal
1 veen	86.5	57.1	143.6	335035.9	0.04%	8.89%
2 zand	416.5	248.5	665.1	1502667.5	0.04%	41.16%
3 lichte zavel	93.1	85.7	178.8	317086.1	0.06%	11.06%
4 zware zavel	59.5	54.6	114.1	353757.7	0.03%	7.06%
5 lichte klei	174.0	48.2	222.2	289359.9	0.08%	13.75%
6 zware klei	61.6	33.6	95.2	230830.0	0.04%	5.89%
7 leem	0.0	0.0	0.0	57340.2	0.00%	0.00%
98 stedelijk gebied	103.2	37.7	140.9	323597.8	0.04%	8.72%
99 zoet water	31.0	25.0	56.0	363785.1	0.02%	3.46%
	1025.5	590.5	1616.0	3773460.2	0.04%	100.00%

* Totaal areaal zonder zout water/zee.



Figuur 5.1 In september 2020 gerealiseerde zonneparken (229) in Nederland op basis van satellietbeelden gekalibreerd met zonneparken uit de Top10NL (juni 2019) op basis van luchtfoto-interpretatie door het Kadaster.

De verdeling van het areaal zonneparken over de verschillende bodemtypen (klei, zand, zavel en veen) is weergegeven in bovenstaande tabel. Voor alle bodemtypen geldt min of meer dat eenzelfde percentage van hun areaal wordt ingenomen door zonneparken (<0,1%). Het grootste deel van de zonneparken in Nederland komt voor op de zandgronden (41,4%).

Tabel 5.2 Areaal zonneparken per geaggregeerd landgebruikstypen (LGN7 – referentie jaar 2012).

	Oppervlakten in ha				%	
	Top10NL-zonneparken	Recente nieuwe parken	Totaal-oppervlak met zonneparken	Totaalareaal	Zonneparken t.o.v. totale oppervlakte per landgebruik	Zonneparken per landgebruik t.o.v. totaal areaal zonneparken
Agrarisch gras	192.9	172.4	365.3	1145719	0.03%	22.61%
Agrarisch gebied (zonder agrarisch gras)	570.3	276.1	846.4	969380.1	0.09%	52.38%
Kassen	0.0	0.0	0.0	12937.1	0.00%	0.00%
Boomgaarden	0.0	1.6	1.6	25531.9	0.01%	0.10%
Bossen	1.6	9.3	10.9	351760.4	0.00%	0.67%
Water	4.6	33.7	38.3	809869.6	0.00%	2.37%
Stedelijk gebied	212.3	79.4	291.7	487433.4	0.06%	18.05%
Infrastructuur	11.7	1.0	12.7	84125.1	0.02%	0.79%
Natuur/natuurlijk grasland	31.5	17.6	49.1	265867.7	0.02%	3.04%
	1025.0	590.9	1615.9	4152624.7	0.04%	100.00%

Tabel 5.3 Areaal zonneparken per geaggregeerd landgebruikstypen (LGN2019).

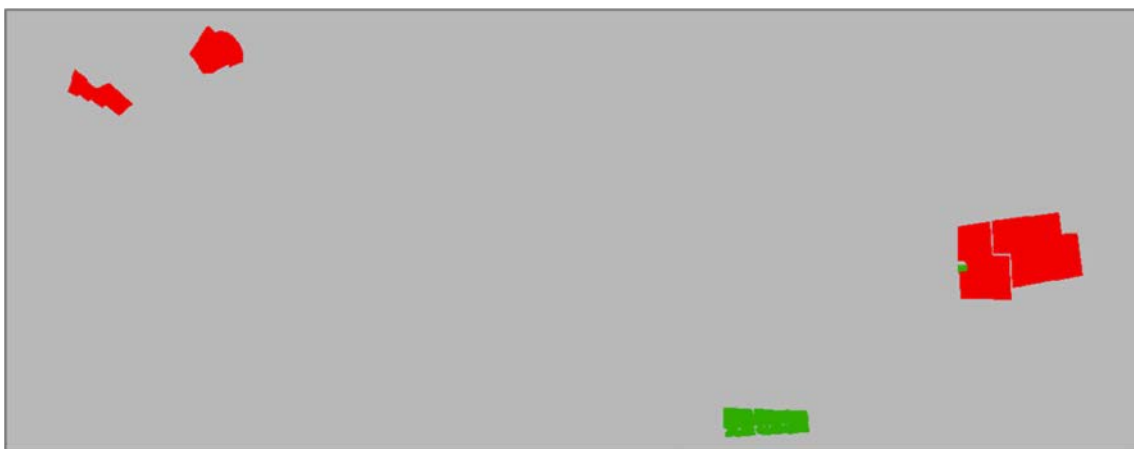
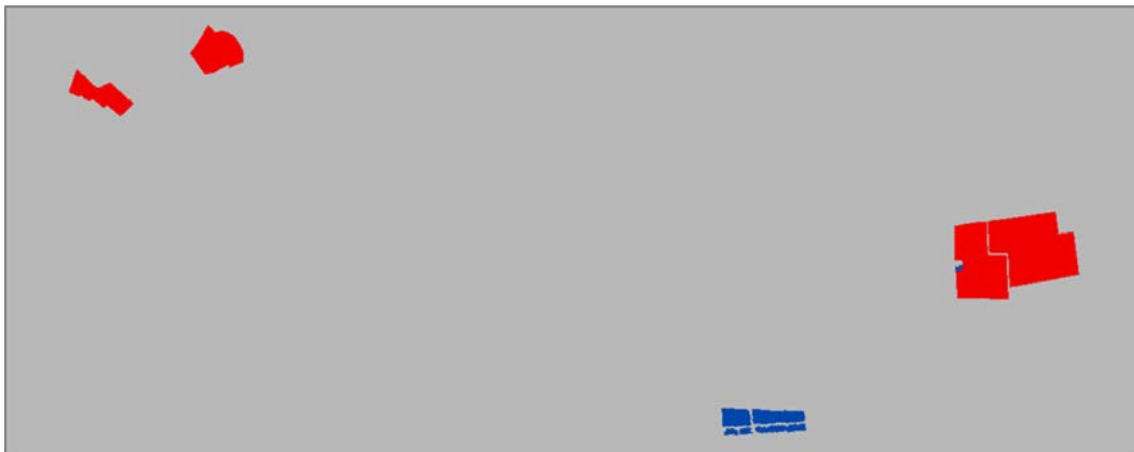
	Oppervlakten in ha				%	
	Top10NL-zonneparken	Recente nieuwe parken	Totaal-oppervlak met zonneparken	Totaalareaal	Zonneparken t.o.v. totale oppervlakte per landgebruik	Zonneparken per landgebruik t.o.v. totaal areaal zonneparken
Agrarisch gras	378.7	276.9	655.7	1046240.4	0.06%	40.58%
Agrarisch gebied (zonder agrarisch gras)	280.8	198.2	478.9	940737.8	0.05%	29.64%
Kassen	0.0	0.0	0.0	13312.2	0.00%	0.00%
Boomgaarden	0.0	0.0	0.0	28257.8	0.00%	0.00%
Bossen	0.5	1.0	1.6	285069.0	0.00%	0.10%
Water	5.5	29.1	34.6	812395.9	0.00%	2.14%
Stedelijk gebied	317.3	82.4	399.7	492334.5	0.08%	24.74%
Infrastructuur	16.8	1.1	17.9	213659.6	0.01%	1.11%
Natuur/natuurlijk grasland	25.8	1.8	27.6	321063.8	0.01%	1.71%
	1025.5	590.5	1616.0	4153071.0	0.04%	100.00%

* Totaalareaal tabellen 2 en 3 verschillen door verschil in resolutie tussen LGN 7 en LGN2019.

De tabellen 5.2 en 5.3 geven de arealen landgebruik weer voor respectievelijk de referentiejaren 2012 en 2019. Het is het geaggregeerde landgebruik zoals weergegeven in het LGN-bestand. Opvallend is dat de zonneparken voornamelijk voorkomen in gebieden waar agrarisch landgebruik (opgesplitst naar graslanden en de rest) voorkwam. Ook komen de zonneparken veel voor in het stedelijk gebied. In agrarisch gebied zie je van 2012 naar 2019 een toename van de oppervlakte zonneparken gekwalificeerd als agrarisch gras en een afname van overig agrarisch gebied. LGN kent echter nog geen zonneparken als categorie en deelt ze deels in bij agrarisch grasland. Daarnaast is er een toenemend aandeel stedelijk gebied bij vooral parken die al op de Top10NL staan. Dit betreft gebied dat bestemd is geweest voor woningbouw of bedrijven. Op een deel van deze terreinen zijn zonneparken gebouwd vanwege een overschot aan bouwgrond (lokaal en/of tijdelijk). Van die tijdelijk niet meer in agrarisch gebruik zijnde gronden was een deel als natuur of natuurlijk grasland of bos bestempeld. Dit betreft vooral de nieuw gedetecteerde, dus de recentste parken. In 2019 is een groter oppervlakte aangeduid als stedelijk gebied dan in 2012 toen het nog geen zonnepark was. Dit is ten koste gegaan van agrarisch gebied en natuurlijk terrein. Nog steeds wordt 70% aangeduid als agrarisch gebied.

Het resultaat van de remote sensing bestaat uit drie bestanden. Het ene bestand bevat alle zonneparken die met een automatische procedure zijn geïdentificeerd (solarparks_2020_detected). Het tweede bestand is een handmatig opgeschoond bestand waar enkele ten onrechte als zonneparken geïdentificeerde gebieden handmatig zijn verwijderd (solarparks_2020_detected_and_revised). Ook zijn hier enkele gebieden toegevoegd die tijdens de classificatie over het hoofd zijn gezien. In beide bestanden zijn de zonneparken komend uit BRT/Top10NL (code 2) en de nieuw gedetecteerde zonneparken (code 1) van elkaar gescheiden. Tevens is op basis van het handmatig opgeschoonde bestand een derde bestand gegenereerd waar het areaal aan zonneparken is toegenomen a.g.v. het toepassen van een buffer van 1 pixel rond deze gebieden (solarparks_2020_detected_and_revised_buffer). Gemiste gebieden rond de nieuw gevonden zonneparken a.g.v. gemengde pixels zijn toegevoegd om deze nieuwe zonneparken qua vorm op de Top10NL-zonneparken te doen lijken (figuur 5.2).

De zonneparken zijn beschreven met een polygoon waaraan de tabel met informatie over oppervlakte, bodem en coördinaten is toegevoegd. De kaart (figuur 5.1) die dit oplevert, is te raadplegen via internet: <https://arcg.is/1LD4Gz>



Figuur 5.2 A) Origineel Sentinel 2-satellietbeeld met zonneparken Top10NL – geel kader, B) zonneparken op basis van classificatie (blauw), C) nieuwe zonneparken op basis van classificatie (blauw) gecombineerd met de zonneparken uit BRT/Top10NL (rood), D) nieuwe zonneparken op basis van classificatie na toepassen buffer van 1 pixel (10 meters) (groen).

6 Zonneparken – korte bespreking per park

Op internet is veel informatie over de bestaande zonneparken te vinden. We beperken ons hier tot informatie die daar niet te vinden is en die voor een belangrijk deel gebaseerd is op onze eigen verkenning en de daarbij van de beheerders ontvangen informatie. Aan bod komen:

- Een korte beschrijving van de ligging en de inpassing in het **landschap**.
- **Ruimtegebruik** en oppervlakte voor herstel en ontwikkeling van biodiversiteit, in het bijzonder het percentage van het oppervlak dat bedekt is door de zonnepanelen.
- Een indruk van de kans op behoud van de voorraad organische stof in de **bodem** op basis van het ontwerp. Bij de beschrijving wordt gebruikgemaakt van vijf typen zonnetafels: gerangschikt naar de gemiddelde hoeveelheid licht dat de bodem bereikt: hoog-smal, laag-smal, hoog-breed, laag-breed en oost-west-opstelling. In de bespreking komt de HWC in $\mu\text{g C/kg}$ bepaling (**H**et **W**ater extraheerbaar koolstof **C**arbon) aan de orde, waarbij de vraag is of deze vooral onder, maar ook tussen de tafels lager is dan in de rand. Dat is te verwachten als de productie van organische stof afneemt door verminderde vegetatiegroei als gevolg van gebrek aan licht en water.
- Het feitelijke beheer en de doelstelling van het huidige **beheer** met kwalificaties als: gemaaid met of zonder afvoer van maaisel, begraasd met of zonder fasering en mengvormen.
- Een eerste indruk van de **biodiversiteitswaarde** (zie paragraaf 3.3.2) en de potenties bij optimale inrichting en beheer.

6.1 Gansenoort, Duiven

Het 1,2 ha grote zonnepark Gansenoort ligt aan noordkant van het bedrijventerrein InnoFase aan de A12. Het grenst verder aan landbouwgebied met akkerbouw en grasland. Het is een vrij lage, smalle zuid-opstelling, met een afstand tussen de rijen van 2,5 m. Het is niet landschappelijk ingepast en omgeven door een landschappelijk vrij dominant hekwerk. In dit stedelijk landschap hoeft dat geen probleem te zijn. Het park is gebouwd op een vruchtbare, lichte kleibodem. De hoeveelheid licht op de grond onder de lage smalle tafels is vrij gering: voor driekwart minder dan 20%, gemiddeld 23%. Desondanks is er een dichte vegetatie van schaduwminnende soorten, zoals brandnetel en hondsdraf aanwezig met een bedekking onder de panelen van 85%. De panelen zijn landschap geplaatst en de spleetjes van 2 cm laten regenwater door. Gecombineerd met de capillaire werking van klei komt er kennelijk overal voldoende vocht. De hoeveelheid instabiele organische stof in de bodem, onder tussen en in de naast de tafels is 880, 942 en 1010 behoort tot de middenmoot. De panelen bedekken 55% van de oppervlakte binnen het hekwerk. Dit is vrij gering door de relatief brede randen en smalle tafels op dit kleine park. Het voormalig gebruik is agrarisch grasland. De planning was om periodiek met schapen te begrazen, maar bij het bezoek in 2019 was dat nog niet gelukt en had zich een ruige vegetatie ontwikkeld. Inmiddels wordt het park gemaaid. Niet bekend is of het gewas wordt afgevoerd. De ruigte trok in 2019 veel zaad etende zangvogels, fazanten en hazen aan. De vegetatie telt een bovengemiddeld aantal soorten, 71 in totaal, en haalt een gemiddelde biodiversiteitscore van 14. Het geringe ruimtebeslag van de panelen biedt veel kansen voor ontwikkeling van biodiversiteit. Daarvoor is een beheer van maaien en afvoeren noodzakelijk.



6.2 Hildenberg, Appelscha

Het langgerekte 11,2 ha grote, op het zuiden georiënteerde zonnenveld is helemaal omgeven door een 2 m hoge en 10 m brede aarden wal, ingeplant met bosplantsoen. Deze onttrekt het in 2017 gebouwde zonnepark aan het zicht. Aan de westkant grenst het park aan een golfbaan en recreatieterrein, aan de oostkant ligt bos en verder agrarisch landschap. Het landschappelijk inpassen is hier opgevat als uit het zicht brengen, en dat is goed gelukt. De toplaag van de bodem is verwijderd en gebruikt om de aarden wal op te werpen. De bodem is daardoor schraal en heeft pleksgewijs weinig vegetatie, met name onder de 6 m brede lage tafels. De panelen zijn portret geplaatst en sluiten onderling nauw op elkaar aan, zodat er nauwelijks regenwater op de grond drupt. De bedekking van de vegetatie onder de tafels is toch nog 65% bij een gemiddelde hoeveelheid licht van 36%. Door het plaggen is er al vrij weinig organische stof in de bodem en de kans dat dit weer zal toenemen, is onder de panelen vrij gering. Het HWC-gehalte was in 2019 benedengemiddeld: 512 onder, 602 tussen en 639 naast de tafels. De lagere waarde onder de panelen is een indicatie dat de voorraad organische stof onder de tafels verder afneemt. De monsters zijn niet op de meest zanderige plekken genomen. Kans op verdere bodemdegradatie is vrij groot. De rijafstand is 3 m. 64% van de bodem is afgedekt, waardoor er behoorlijk wat ruimte is voor ontwikkeling van biodiversiteit. Voordat het een zonnepark werd, was het een maisperceel. Het gras wordt gemaaid (geklepeld), maar veel gewas valt er niet af te voeren. De bedoeling is dat er ook schapen zouden grazen, maar dat was in 2019 nog niet het geval. In de schrale vegetatie aan de rand van het zonnepark werden tijdens het eenmalige bezoek veel vlanders, krekels en sprinkhanen waargenomen. De vegetatie scoort een gemiddeld aantal van 14,5 biodiversiteitspunten en er zijn 70 plantensoorten (bovengemiddeld) waargenomen. Al met al is de kans dat zich hier een waardevolle biodiversiteit kan ontwikkelen vrij hoog door het afgraven van de bovengrond. Dit vereist wel aandacht bij het beheer.



6.3 AVRI Solar langs A15, Geldermalsen

Het zonnepark op de afvalberg van Afval Verwerking Rivierenland (AVRI) langs de A15 is een van de meest bekende uit Nederland. Door de opstelling van de 4 m brede tafels op de hellingen van de afvalberg springt het erg in het oog. Daarbovenuit toont nog een aantal windmolens en industriële gebouwen op het aangrenzende bedrijventerrein. Hier kun je niet spreken van inpassing in een bestaand landschap, maar van een nieuw landschap; of in ieder geval een nieuw duidelijk aanwezig landschapselement, ingeklemd tussen wegen en spoorlijnen. In de eerste jaren viel het zonnepark op door de hoog opgeschoten bloeiende kruiden. De opgebrachte grond is zandige klei. De tafels van vier landschap geplaatste panelen staan 3 m uit elkaar, zijn hoog en smal en laten gemiddeld 38% licht toe. De bedekking door de vegetatie is 65%; een gemiddelde waarde. Het maai-beheer was kostbaarder dan verwacht en daarom wordt het zonnepark nu in compartimenten begraaasd. Door het droge voorjaar en de goede drainage was het in 2020 erg droog en was er weinig vegetatie aanwezig. De HWC-waarden zijn 368 onder, 328 tussen en 329 naast de tafels. Dit zijn de op vier na laagste scores in het onderzoek. De verschillen binnen het veld zijn te gering om conclusies aan te verbinden. Mogelijk was de opgebrachte grond reeds niet al te vruchtbaar. Het aantal plantensoorten is het op twee na hoogste aantal en de biodiversiteitscore eveneens. Van de 19 ha in totaal is slecht 29% afgedekt met panelen. Door het geringe ruimtebeslag van de panelen zijn bij goed beheer de potenties voor biodiversiteit hoog.



6.4 De Kie, Franeker

Het 10,3 ha grote, in 2018 in gebruik genomen zonnepark De Kie ligt ten zuidwesten van Franeker aan de westkant van het gelijknamige bedrijventerrein. Aan de zuidkant ligt een waterpartij met daarachter de spoorlijn naar Harlingen. Het park is omgeven door een hekwerk en verder niet landschappelijk ingepast. De opstelling bestaat uit lage, brede tafels van vier portret geplaatste panelen met horizontaal en verticaal spleten van 2 cm. De gemiddelde hoeveelheid licht op de grond is 8,5%, maar de bedekking is toch nog 85%, wat ruim bovengemiddeld is. De bodemkaart geeft aan dat het een zware zavel is. Het terrein is behoorlijk geaccidenteerd en op verschillende plekken weinig draagkrachtig. Solarfields wil het alsnog gaan draineren want de maaimachine zakt weg. Het voormalige grasland wordt gemaaid waarbij het gewas niet wordt afgevoerd. Op verschillende plekken hebben de distels de overhand. Het HWC-gehalte is 1615 onder, 1620 tussen en 797 naast de zonnetafels. Onder en tussen de tafels behoort dat tot de hoogst waargenomen waarden. De rand is sterk afwijkend, mogelijk is het monster genomen op een extensief deel van het voormalige grasland of is het er juist droog. Het aantal plantsoorten is flink onder het gemiddelde (57), evenals het aantal biodiversiteitspunten. Zonder maaien en afvoeren blijft de vegetatie zeer productief en zijn de kansen op een waardevolle biodiversiteit gering. Het voornemen is met schapen te gaan begrazen, maar ook dan is een combinatie met maaien en afvoeren zeer gewenst. Met een bedekking van de panelen van 57% is de ruimte er in ieder geval wel.



6.5 Alberdaheerd, Marum

Aan de zuidoostkant van de bebouwde kom van Marum ligt een ongeveer 8 ha groot zonneveld op een langgerekt perceel voormalig grasland. Behalve aan de noordwestpunt grenst het aan grasland en een maisakker, waarvan het gescheiden is door een hekwerk en een in 2018 aangeplante rij bomen en struiken. Aan de noordrand is een aarden wal opgeworpen en ingeplant. Als deze is uitgegroeid, zal deze het park aan het zicht onttrekken. Aan de westkant loopt een pad waar wandelaars gebruik van maken, maar dat schijnt niet de bedoeling te zijn.

Het park bestaat uit een groot aantal lage en brede tafels met een onderlinge afstand van 3 m. Het gaat om vier portret geplaatste panelen met zowel horizontaal als verticaal 2 cm ruimte. Op de bodem onder de panelen dringt gemiddeld slechts 3% van het licht door en de bedekking van de vegetatie is 50%, wat minder dan gemiddeld. De HWC-waarde tussen de rijen (1532) is duidelijk hoger dan onder de panelen (1196) en in de rand (1255) van het veld. De verklaring kan zijn dat onder de panelen de vegetatiegroei te gering is om een hoog niveau te handhaven en dat het aan de rand te droog is. Het gaat om zandgrond met een vrij hoog waterpeil gezien de stagnatie van water in een greppel midden over het perceel. Het totaal aantal plantensoorten is met 57 soorten vrij laag. Het park wordt driemaal per jaar gemaaid zonder afvoer van het maaisel en nabeweid met schapen. De bedekking door panelen is 68%. Er zijn zeker in de 6 m brede randen wel kansen voor biodiversiteit. Er werd bij het bezoek in ieder geval al een gezin roodborsttapuit waargenomen. Gezien de zandondergrond zijn de kansen voor ontwikkeling van biodiversiteit redelijk hoog, mits het beheer op verschraling wordt gericht.



6.6 De Lange Runde, Barger-Compascuum

Ten oosten van een kassengebied onder Barger-Compascuum in het open hoogveenontginningslandschap ligt het in 2018 gebouwde 19 ha grote zonnepark Lange Runde. Het betreft een lang, smal perceel met daarop vier lange rijen met tafels van tien landschap geplaatste glas-glaspanelen. Het zijn lage, brede tafels waaronder voldoende regenwater op de bodem komt, mede door het kleine formaat van de panelen en de spleten van 2,2 cm horizontaal en 1,5 cm verticaal. De gemiddelde hoeveelheid licht is 28% en de bedekking van de vegetatie onder de panelen is 50%, waaronder opslag van wilgen, bramen en veel brandnetels die door de schapenbegrazing onvoldoende onderdrukt worden. Het gaat om een voormalige akker. De schapenmelkerij die hier de schapen houdt in drie compartimenten maait de stroken tussen de tafels voor hooiwinning. Dat is dus een vorm van maaien en afvoeren. De gemeten HWC-waarden zijn nergens zo hoog als hier: 3063 onder, 2103 tussen en 2084 naast de zonnetafels in de rand. Veengrond is altijd rijk aan organische stof en dit is onder de panelen zeker nog niet afgenomen. Echter, het aantal plantensoorten is met 56 vrij gering en het aantal biodiversiteitspunten is ondergemiddeld. Aangezien slechts 50% van het perceel is afgedekt met panelen en er een brede strook met sloot over het perceel loopt, zijn de kansen voor ontwikkeling van biodiversiteit wel groot op deze van nature arme veenbodem.



6.7 De Watering, Coevorden

Het bijna 10 ha grote zonnepark De Watering ligt in een veen-ontginningslandschap ten westen van Coevorden, langs een rijksweg en een kanaal. Aan de westkant ligt een al lang bestaande houtwal langs de veldweg. Er is geen moeite gedaan om het zonnepark aan het zicht te onttrekken, maar de ligging is niet heel storend, omdat het aan de rand van een open ruimte ligt. De tafels zijn laag en breed en bestaan uit vier rijen van portret geplaatste panelen en hebben een onderlinge afstand van 2 m. De spleetjes tussen de panelen zijn 1 cm en laten regenwater door. De gemiddelde hoeveelheid licht onder de tafels is 20% en de bedekking van de vegetatie 60%. Omdat het park pas begin 2020 is opgeleverd en de vegetatie pas is ingezaaid, is geen goede vergelijking mogelijk met de andere parken, die overwegend uit 2018 stammen. Net als in Marum zien we ook hier weer een opmerkelijk veel lagere HWC aan de rand van het veld (941) en hoge waarden onder (1654) en tussen de tafels (1749). De tot voor kort als grasland gebruikte veengrond is dus nog heel vruchtbaar. Het totaal aantal waargenomen plantensoorten is 66, ongeveer gemiddeld. Het aantal biodiversiteitspunten is benedengemiddeld. De bedekking door de panelen is naar schatting 79%. Aan de rand is een aantal grotere punten onbedekte grond die bij goed beheer wel waardevol voor biodiversiteit kan worden. Over het geheel zijn de potenties voor biodiversiteit matig.



6.8 De Kwekerij, Hengelo (Gelderland)

Aan de noordkant van de bebouwde kom van Hengelo ligt het 7 ha grote zonnepark De Kwekerij, aangelegd als toekomstig park op voorheen voor woningbouw bestemde grond. Het unieke, in 2017 op een maisakker gereed gekomen project is nu al iconisch, want ingericht voor recreatief medegebruik en ontwikkeling van biodiversiteit. Al in het voorjaar van 2016 is gestart met de grondwerkzaamheden. De situatie liet toe dat slechts 17% van de oppervlakte is afgedekt met panelen. Daardoor was er ruimte voor het graven van 'wadi's' in de van nature arme zandgrond, wandelpaden, struwelen en bloemenweides, die in 2017 werden geplant en ingezaaid. Bewoners van de naastgelegen wijk hebben een rol in de openstelling en maken veel gebruik van het park voor een wandeling. Op de grens met intensief gebruikte landbouwgronden is een singel geplant, waarmee de landschappelijke inpassing wordt gecompleteerd. Het ontwerp wordt vaak aangehaald als het ideale multifunctionele zonnepark, maar dit concept vindt men lang niet overal haalbaar en vraagt ook veel ruimte. Aan de rand van steden en dorpen zouden dit soort zonneparkjes wel veel navolging kunnen krijgen, waarbij je bijvoorbeeld ook nog volkstuintjes zou kunnen onderbrengen. Er zijn twee typen tafels toegepast: lage smalle (twee) en lage brede (drie portret geplaatste panelen). De gemeten gemiddelde hoeveelheid licht onder de panelen is respectievelijk 41 en 43%; niet sterk verschillend dus. De bedekking van de vegetatie verschilt wel, met 85 en 40%. De HWC-waarden zijn vreemd genoeg het hoogst onder de brede tafel (902) en ook onder de smalle tafel hoger (506) dan tussen de tafels (458) en elders in de rand (417). De gemiddelde bedekking van de vegetatie verschilt nogal van tafel tot tafel, o.a. doordat delen van het zonnepark worden begraasd met schapen. Waar dit niet het geval is, zie je veel brandnetels en opslag van berken. Waar de vegetatie is afgegrast, zijn (vooral onder de brede tafels) onder het hart van de panelen kale, droge stroken grond te zien. Daar waar regenwater van de panelen op de grond drupt, staat wel vegetatie. Voor een conclusie over waar nog wel en waar geen koolstof opgeslagen blijft worden in de bodem is nader onderzoek nodig. Over een deel van het park wordt een beheer van maaien en afvoeren gevolgd. Verder wordt er geëxperimenteerd met de begrazingsdruk en de afgegraven delen worden niet gemaaid, omdat de productiviteit van de vegetatie zeer gering is. Over het gehele park zijn 118 plantensoorten geteld en in de rangorde volgens de biodiversiteitspunten neemt De Kwekerij de eerste plaats in. De kansen voor verdere ontwikkeling van de biodiversiteit zijn groot. In het park zijn veel insecten en zangvogels aanwezig, waaronder boompiepers, die meestal op de heide voorkomen.





6.9 Vliegveld Welschap, Eindhoven

Op het vliegveld Welschap bij Eindhoven is in 2018 op een voormalige zweefvliegtuiglandingsbaan een zonneveldje van ruim 2 ha gebouwd. Het is een lage oost-west-opstelling met 2,5 m ruimte tussen de tafels. Zowel de oost- als de westkant bestaat uit drie portret geplaatste panelen. In de nok is een opening van 10 cm. De horizontale en verticale spleten tussen de panelen zijn 2 cm breed. De gemiddelde hoeveelheid licht op de bodem onder de tafels is 10% en de bedekking van de vegetatie 30%, beide behorend tot de laagst waargenomen waarden. De HWC-waarde onder de tafel is 538, minder dan gemiddeld en duidelijk lager dan tussen de tafels (813) en buiten het veld (734). Als vliegveld is de grasmat jarenlang vaak gemaaid geweest, waardoor de bodem is verschaald en er zich een gevarieerde vegetatie heeft gevestigd met veel mieren en andere insecten; in de buurt van het veld broedt de veldleeuwerik. Het huidige beheer is klepelen en het maaisel laten liggen, hetgeen niet bevorderlijk is voor een verdere ontwikkeling van de biodiversiteit. Het percentage bedekt door panelen is berekend op 75%, maar dit zegt feitelijk niet zoveel, omdat het grasland buiten het veld nog ver doorloopt; vanwege de oost-west-opstelling met paden van 2,5 m is de bedekking feitelijk vrij hoog. Nu zijn er 88 plantensoorten gevonden en scoort het 22 biodiversiteitspunten, het op drie na hoogste aantal. Bij goed beheer kan de biodiversiteit zich verder ontwikkelen. Echter met zo'n natuurlijk grasland als uitgangspunt is het ontwikkelen van een zonnepark uit het oogpunt van natuurbehoud eigenlijk niet gewenst.



6.10 Boeldershoek West Twence, Hengelo

In 2018 is het toen grootste zonnepark van Twente gebouwd: 22,7 ha. Het gebied ligt aan de oostkant van Hengelo op de overgang van urbaan gebied en agrarisch cultuurlandschap waartoe het zelf ook ooit hoorde, maar door de vestiging van afvalverwerking in de Boeldershoek niet meer. Het zonnepark gaat mee in de verrommeling van dit gebied, waarover ook nog een hoogspanningsverbinding loopt. Er zijn op voormalige landbouwgrond hoge, smalle tafels toegepast, bestaande uit twee rijen portret geplaatste panelen met 1 cm ruimte ertussen. De gemiddelde hoeveelheid licht op de grond is 38% en de bedekking van de vegetatie 85%. De HWC-waarde onder de panelen is eerder hoger (1483) dan lager onder, in vergelijking met tussen (1256) en in de rand (569). Dit verschijnsel is ook in De Kwekerij, De Lange Runde, Budel, De Kie, en De Watering opgemerkt, het gaat gepaard met een lager drogestofgehalte van de monsters, zodat een verklaring bij uitdroging kan worden gezocht. Onder de panelen is de bodem tegen uitdroging beschermd in droge voorjaren en zomers. Dit kan de HWC-waarde beïnvloed hebben. Twence wordt beheerd met behulp van schapenbegrazing in vier vakken. De schapen kunnen de vegetatie echter niet bijhouden en overal, maar vooral onder de panelen, groeien veel brandnetels die ieder jaar gemaaid moeten worden. Het waargenomen aantal plantensoorten is 86, medeverantwoordelijk voor een eveneens bovengemiddeld aantal biodiversiteitspunten (19,75). De bodem lijkt nog erg vruchtbaar en rijk aan organische stof. Er zijn veel sporen van muizen, mollen en konijnen te zien, waar buizerds en reigers op afkomen die in het park voedsel zoeken. De bedekking door panelen is 35%, zodat er veel ruimte is om een hogere biodiversiteit te ontwikkelen. Aanbevolen wordt wel om een op verschraling door maaien en afvoeren gericht beheer te voeren. Dat kan gecombineerd worden met schapenbegrazing.



6.11 Nystar, Budel

Op de grote 80 ha grote afvalbult van de zinkfabriek in Budel is in 2018 een zonnepark gebouwd. Dit zonnepark is niet homogeen, want bestaat uit hoge en lage delen en de toplaag verschilt per compartiment. De hier gegeven waarden geven dus slechts een indicatie. De berg ligt tussen de zinkfabriek, naast een grote ontgrondingsplas, en een groot heidegebied met natuurontwikkeling op voormalige landbouwenclaves. Fabriek en bult zijn al dominant in het landschap en de zonnetafels voegen daar landschappelijk niet veel aan toe. De tafels zijn laag en smal met een rijafstand van 3 m. Het park is ingedeeld in een aantal blokken met daartussen brede stroken bloemrijk grasland of heideachtige vegetaties. De toplaag is over het algemeen vrij voedselarm. Op de bodem onder de panelen komt gemiddeld 10% van het licht en de bedekking van de vegetatie is 70%. De HWC-waarde is het laagst in de paden tussen de tafels (576) en ongeveer even hoog onder (900) de tafels als in de rand van het zonnepark (891). Dit zijn ongeveer gemiddelde waarden, en zeker niet laag voor zandgrond. De bedekking van de panelen is slechts 31% van de totale oppervlakte, waardoor er veel ruimte is voor ontwikkeling van biodiversiteit. Door een beheer van maaien en afvoeren van maaisel, natuurbeheer dat al voor de bouw van het zonnepark plaatsvond, is er een bloemrijke, niet te hoog opgaande vegetatie aanwezig met veel insecten, vogels (waaronder veldleeuweriken) en zoogdieren (waaronder zelfs reeën en wilde zwijnen). Die laatste veroorzaken problemen door de kuilen die ze maken met hun gewroet. De graspiepers, veldleeuweriken en roodborsttapuiten zijn in ieder geval niet verdwenen door de aanleg van het zonnepark en een interessante vraag is of de aantallen broedvogels zijn afgenomen. Hoe dan ook een zonnepark met hoge biodiversiteit.



6.12 Adriaanpolder, Ooltgensplaat

In 2018 is in de Adriaanpolder bij Ooltgensplaat een zonnepark van 39 ha gebouwd. Het park wordt aan het oog onttrokken door de dijken die om de polder liggen. Aan de noordoostkant ligt achter de dijk het Haringvliet met de voormalige zandplaten. Vanaf de uitkijktoren in dit gebied ziet het zonneveld eruit als een waterplas. Voor het zonnepark werd gebouwd is de niet zo beste grond gebruikt voor akkerbouw. Het park bestaat uit hoge, brede tafels met 3 m brede paden daartussen en niet al te brede randen, met o.a. een asfaltweg tussen de tafels en het hek en daarachter een strook ingezaaid met een akkerrandenmengsel. Het park wordt 6 tot 7 keer per jaar gemaaid, omdat de bodem nog erg vruchtbaar is. Het maaisel blijft liggen, dus die bodemvruchtbaarheid neemt niet af. Onder de tafels is de vegetatie doodgespoten. Dat was niet de afspraak en het werd gemotiveerd met een (in onze ogen misplaatst) 'netheids'-gevoel. De gemiddelde hoeveelheid licht onder de tafels is 21% en de bedekking van de vegetatie 4%. Het HWC-gehalte onder de tafel is 377, tussen de rijen 474 en in de rand 383. Akkerbouwgrond heeft altijd een lager organischestofgehalte dan grasland. Het was bovendien erg droog, waardoor er grote scheuren in de lichte kleigrond zaten. In het najaar en in de winter is het perceel ondanks de drainage altijd heel nat. De bedekking van de panelen is 56%, zodat er in principe veel ruimte is voor ontwikkeling van biodiversiteit. Mede door de nabije ligging van natuurgebieden verbleven er veel zangvogels en ook de bruine kiekendief en de buizerd werden gespot. Het aantal plantensoorten was ondanks het intensieve beheer toch nog 67 en het aantal biodiversiteitspunten bovengemiddeld (15.75). Er zijn goede kansen voor verhoging van de biodiversiteit, maar alleen via een beheer van maaien en afvoeren en beëindigen van het gebruik van herbiciden.



6.13 Melissant, Roxenisse

In het westpuntje van polder Roxenisse ten westen van Melissant ligt een 12,5 ha (binnen het raster) groot zonnepark, gebouwd in 2018. Buiten het raster ligt nog 4 ha, min of meer onbenut. Achter de dijk liggen de slikken van Flakkee langs het Haringvliet. Voor het zonnepark is een landschapsonwerp gemaakt met akkerranden en struweelblokken aan de oostzijde, maar dit is (nog) niet uitgevoerd. Het park ligt er nu wat kaal bij. De hoge en brede tafels bestaan uit drie portret geplaatste panelen die met slechts 1 mm tussenruimte tegen elkaar aan zitten. Slechts 3,5% van het licht bereikt de bodem, waardoor de bedekking van de vegetatie onder de panelen slechts 2% is. In de zomer van 2020 was de lichte kleibodem erg droog en gebarsten. Net als in de Adriaanpolder, ook op Goeree-Overflakkee, zijn de HWC-waarden op deze voormalige akker erg laag: onder de panelen 394, tussen de tafels, die 4 m uit elkaar staan, 392 en in de rand 390. Het gras wordt viermaal per jaar gemaaid en niet afgevoerd. Het totaal aantal waargenomen plantensoorten is 61 en ook het aantal biodiversiteitspunten is benedengemiddeld. Tijdens het bezoek werden roodborsttapuiten, buizerd, bruine kiekendief en graspiepers waargenomen. Door de nabije ligging van natuurgebied en de geringe netto-oppervlakte (de panelenbedekking is 48%) zijn er veel mogelijkheden om een en ander te doen voor ontwikkeling van biodiversiteit. Maaien en afvoeren om de voedselrijkdom verder te verlagen is dan het devies en/of vogelakkers aanleggen.



6.14 Saman, Zierikzee

Op het bedrijventerrein aan de zuidwestkant van Zierikzee is een zonnepark gebouwd van (binnen het raster) netto ruim 10 ha (bruto 13 ha, maar begrenzing onduidelijk). Aan de kant van de Oosterscheldedijk is een hoge aarden wal opgeworpen, bedoeld om het park vanaf de dijk en de Zeelandbrug aan het oog te onttrekken. Aan de westkant kijkt het uit op akkers over een brede braakliggende strook grond. Het park is in 2018 gebouwd en aangesloten. Het heeft een vrij lage oost-west-opstelling met zes landschap geplaatste panelen en spleten van 1,5 cm daartussen. De rijafstand is slechts 40 cm. In de nok is een opening van 20 cm. Onder deze opstelling valt weinig (5%) licht op de grond en de vegetatie bedekt gemiddeld 5%, maar is grotendeels afwezig. Ondanks de droogte was de grond 15 september 2020 vrij vochtig. Doordat er geen zon op de grond komt, is de verdamping ook minder dan in de rand. De HWC-waarden in deze zware zavelbodem waren 410 onder de panelen, 517 tussen de tafels en 508 in de rand. Net als in de andere zonneparken in Zeeland op voormalige akkers vrij laag dus. Binnen het raster was 88% (68% als je rekening houdt met de ruimte buiten het raster) bedekt door panelen, de recordhouder binnen deze verkenning. Dit zonnepark is een voorbeeld van een opstelling die er niet voor zorgt dat de voorraad koolstof in de bodem op peil blijft. Toch is er ruimte voor ontwikkeling van kruidenrijke vegetaties in de rand en buiten het raster. Het park wordt beheerd door de 'Vrolijke Grazers', die het in drie blokken begrazen. Het aantal waargenomen plantensoorten was 70 en het aantal biodiversiteitspunten was ook bovengemiddeld. Er waren veel insecten en vogels aanwezig. Dit toont dat ook op een kleine oppervlakte aansluitend op natuurlijke elementen buiten het park mogelijkheden zijn voor ontwikkeling van biodiversiteit. Maar het beheer zou geoptimaliseerd kunnen worden.



6.15 Noordwolde

Aan de noordoostkant van de bebouwde kom van Noordwolde ligt sinds 2018 een zonnepark van 40 ha. Aan de westkant begrensd door een sportveld en aan de oostkant door een camping. Er staat een hek omheen en er is geen beplanting. De hoge en smalle tafels bestaan uit vier landschap geplaatste panelen zonder spleetjes tussen de panelen. De hoeveelheid licht die op de bodem valt, is gemiddeld 18% en de bedekking van de vegetatie 80%. Het HWC-gehalte van deze zandbodem is 1914 onder de panelen, 2060 tussen de tafels, die 230 cm uit elkaar staan, en 955 in de rand. De waarden onder en tussen de panelen duiden op vruchtbare grond die te danken is aan het voormalige gebruik als grasland. Onduidelijk is waarom de waarde in de rand zoveel lager is. Dit zou te maken kunnen hebben met uitdroging van de toplaag waartegen de beide andere locaties door de panelen beschermd zijn. Ondanks de afwezigheid van spleten komt er voor zover nu waarneembaar voldoende licht en water op de grond om vegetatie en bodemkoolstof op peil te houden. Binnen het raster is 75% van de oppervlakte bedekt met panelen, precies volgens de gedragscode van Holland Solar. Het beheer is maaien zonder afvoeren en dat levert op deze vruchtbare grond weinig biodiversiteit op. Het waargenomen aantal plantensoorten is 29 en qua biodiversiteitspunten is de score de laagste van alle 25 bezochte zonneparken. Op deze zandgrond is meer mogelijk. Dat begint bij een beheer van maaien en afvoeren.



6.16 Wolvega

Aan de westpunt van een bedrijventerrein behorend tot de bebouwde kom van Wolvega ligt sinds 2018 een zonnepark van 38 ha. Aan de westkant begrensd door voormalige grasland dat waarschijnlijk ook bestemd is als bedrijventerrein en aan de noordkant grenzend aan open weidelandschap. Er staat een hek omheen en er is geen beplanting. De hoge en smalle tafels bestaan uit vier landschap geplaatste panelen zonder spleetjes ertussen. De hoeveelheid licht die op de bodem valt, is gemiddeld 33% en de bedekking van de vegetatie 40%. Dit zijn opmerkelijke verschillen met Noordwolde, waar identieke tafels zijn toegepast. Terwijl het ook hier om zandgrond gaat dat voorheen als grasland werd gebruikt. Hier zijn duidelijk kale plekken aanwezig onder de panelen. De grondwaterstand is hier gezien de aanwezigheid van sloten waarschijnlijk wel hoger.

Het HWC-gehalte is 2083 onder de panelen, 2287 tussen de tafels die 230 cm uit elkaar staan, en 1931 in de rand. De waarden duiden op vruchtbare grond die te danken is aan het voormalige gebruik als grasland. In tegenstelling tot in Noordwolde zijn hier de waarden in de rand niet lager. Gezien de kale plekken is het de vraag of hier voldoende licht en water op de grond komt om vegetatie en bodemkoolstof op peil te houden. Binnen het raster is 79% van de oppervlakte bedekt met panelen, meer dan gewenst volgens de gedragscode van Holland Solar. Het beheer is maaien zonder afvoeren en dat levert op deze vruchtbare grond weinig biodiversiteit op. Het waargenomen aantal plantensoorten is 57 en qua biodiversiteitspunten is de score een van de laagste van alle 25 bezochte zonneparken. Op deze zandgrond is meer mogelijk. Dat begint bij een hooilandbeheer.



6.17 Lingemeren, Lienden

Ten zuiden van een grote zandzuigplas van K3Delta waarvoor ambitieuze plannen voor een drijvend zonnepark bestaan, ligt langs de Linge een klein zonnepark dat in 2017 gerealiseerd is. Helemaal rondom het park is een aarden wal opgeworpen waarop inheemse bomen en struiken zijn geplant. In de wijde omgeving domineert de transformatie van een komkleigebied naar een nieuw landschap met een grote waterplas omgeven door huisjesterreinen, recreatie en infrastructuur zoals spoorlijnen en een snelweg. De winning van duurzame energie is hier onderdeel van. De hoge smalle tafels, met een onderlinge afstand van 3 m, van twee portret geplaatste panelen met een horizontale spleet van 7 mm en verticaal van 2 cm zijn op het zuiden gericht. Onder de panelen is de gemiddelde hoeveelheid licht 66%, het hoogst van alle 25 bestudeerde zonneparken; de bedekking onder de panelen van de vegetatie is 90%. Het HWC-gehalte is 243 onder, 129 tussen en 151 naast de tafels in de rand. Ook deze waarden zijn een laagterecord. De bodem is officieel zware klei en als akker in gebruik geweest, maar ter plaatse van het zonnepark afgegraven en vervangen door opgebrachte zandige restgrond. Gezien de lichtomstandigheden zou zich best een voorraad organische stof in de bodem kunnen opbouwen als men een mooie vegetatie tot ontwikkeling laat komen. Er heeft zich nog nauwelijks nieuwe vegetatie ontwikkeld, mede door de begrazing jaarrond met schapen. Het waargenomen aantal plantensoorten is 46 en het aantal biodiversiteitspunten is ook slechts 5,25. De huidige waarde voor biodiversiteit is dus laag. De schrale grond is een geschikt uitgangspunt voor een bloemrijke vegetatie en kan daardoor aantrekkelijk worden voor insecten. Met een bedekking door de panelen van 39% is er volop ruimte. Voor deze situatie kan een beter beheerregiem toegepast worden. Veel maaien of intensief begrazen is vermoedelijk niet nodig. Ook de begroeiing op de wallen kan bij uitgroeien voor een verrijking van de biodiversiteit zorgen.



6.18 Purmerend

Op het bedrijventerrein aan de noordoostkant van Purmerend is al in 2016 een zonnepark verschenen van bijna 10 ha. De tafels zijn hoog en smal en bestaan uit vier landschap geplaatste panelen met 1 cm spleet onderling. De noord- en westrand van het park behoren tot de landschappelijke en recreatieve inrichting van het bedrijventerrein en zien er aantrekkelijk uit. De zware kleibodem was bij het bezoek in 2019 behoorlijk nat, met grote plassen op het maaiveld, ook onder de tafels. In droge periodes kan de bodem echter behoorlijk uitdrogen gezien de kale plekken onder de tafels en de krimpscheuren. Onder de panelen komt gemiddeld 38% van het beschikbare licht op de bodem, wat resulteert in een gemiddelde bedekking van de vegetatie van 95%. Het HWC-gehalte onder de panelen was 2408, tussen de tafels 2520 en in de rand van het veld 1689. De waarde onder de panelen was de op een na hoogste waarde onder de 25 gemeten tafels. Ook hier zien we waarschijnlijk weer een lagere waarde in de rand door uitdroging van de toplaag. De vruchtbare kleigrond bevat gezien de kleur ook veen en is dus rijk aan organische stof. De omstandigheden lijken gunstig om dit op peil te houden. Het beheer is maaien zonder afvoeren. Dat het maaisel niet wordt afgevoerd, zorgt ervoor dat de productiviteit van de bodem hoog blijft en dat geen waardevolle vegetatie tot ontwikkeling komt. Een gemiste kans, aangezien hier met een bedekking van de panelen van 37% heel veel ruimte is voor ontwikkeling van biodiversiteit. Wel zijn al veel muizenholletjes te zien en zoeken bruine kiekendief, torenvalk en buizerd er voedsel.



6.19 De Vaandel, Heerhugowaard

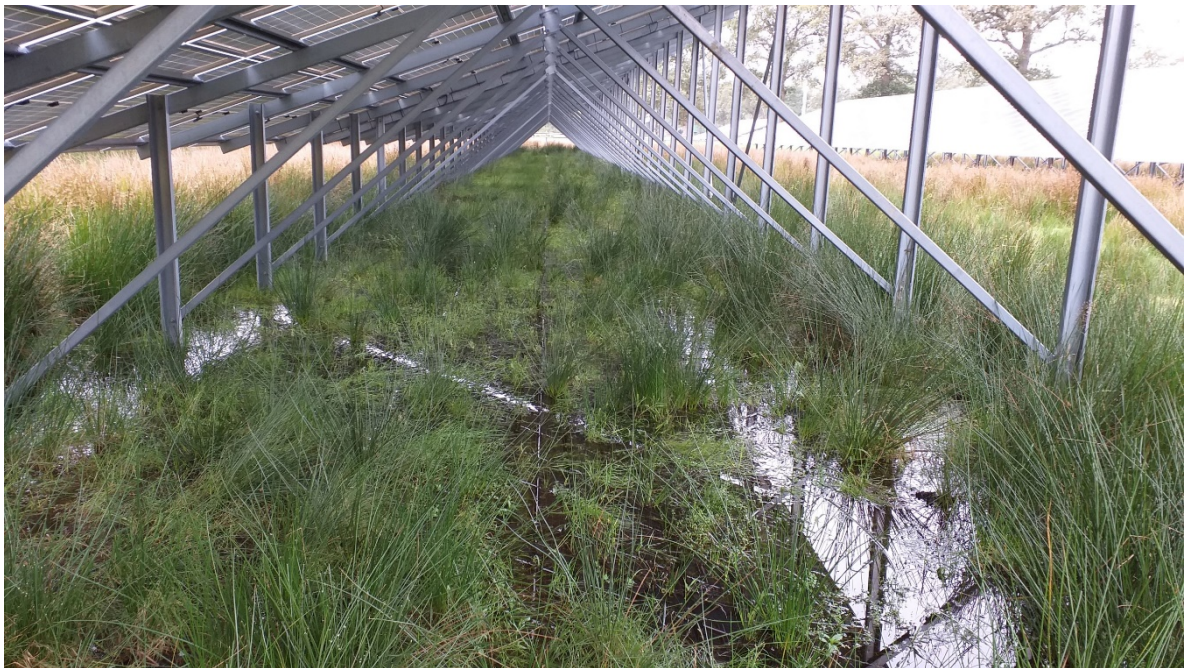
Langs de spoorlijn richting Den Helder tussen akkers ligt op het bedrijventerrein ten noorden van Heerhugowaard het in 2018 gerealiseerde, bijna 8 ha grote zonnepark De vaandel. Het is een heel industrieel landschap en er is geen beplanting aangebracht buiten of naast het raster. De hoge, brede tafels bestaan uit zes landschap geplaatste panelen met een rijafstand van 170 cm. De gemiddelde hoeveelheid licht op de bodem is 32% en de gemiddelde bedekking van de vegetatie 40%. Het HWC-gehalte van deze voormalige akker op lichte zavelgrond is 670 onder, 611 tussen de tafels en 679 in de rand van het veld. Dit zijn gemiddelde waarden. Rondom en dwars door het veld zijn paden gemaakt met puingranulaat. Hiermee zijn ook zaden van allerlei tuinplanten en exoten geïntroduceerd. Het beheer bestaat uit maaien zonder afvoeren. Het aantal waargenomen plantensoorten is met 86 vrij hoog, evenals het aantal biodiversiteitspunten. Gezien het hoge bedekkingspercentage van de panelen (86%) zijn de potenties voor ontwikkeling van biodiversiteit maar matig. Toch is het advies om te gaan maaien en het maaisel af te voeren.



6.20 Laarberg, Groenlo

Aansluitend op het bedrijventerrein aan de noordkant van Groenlo is in 2018 een zonnepark gerealiseerd. De oude houtwallen zijn gespaard en versterkt en ook in het veld zijn oude bomen bewaard gebleven en zijn fruitbomen aangeplant. Overigens is er wel een stuk bos verwijderd en vervangen door een waterpartij. Voor waterberging zijn laagtes uitgegraven waar een deel van de tafels overheen is gebouwd. De kabels naar de omvormers zijn vanwege die waterbergingsfunctie bovengronds gebracht. De tafels op hoge poten zijn breed en bestaan uit vier portret geplaatste panelen met 2 cm tussenruimte. Door de schapenbegrazing wordt de grasvegetatie vrij kort gehouden, maar in de laagtes staat veel pitrus die niet wordt gegeten. De gemiddelde hoeveelheid licht onder de panelen is 43% en de bedekking van de vegetatie 50%. Op de hoge delen zijn buiten het bereik van de regendruppels die door de spleten op de grond vallen kale stroken te zien, waar dit onder de natte omstandigheden in de laagtes niet het geval is. Het HWC-gehalte in de niet vergraven oorspronkelijke graslandbodem is 663 onder, 720 tussen en 681 naast de tafels, ongeveer gemiddelde waarden voor zandgrond. In de laagtes waar de bovengrond is afgegraven, stuit je meteen op geel zand waarvan het HWC-gehalte extreem laag is. Op den duur zal hierin koolstof opgeslagen kunnen worden. Slecht 20% van de oppervlakte is bedekt door panelen, bijna net zo laag als in De Kwekerij in Hengelo. Voor ontwikkeling van biodiversiteit mag de begrazingsdruk wel wat lager en in tijd en ruimte gevarieerd worden. Maaien en afvoeren zal de bodem versralen en meer biodiversiteit opleveren. Nu al zijn 82 plantensoorten gevonden en is het aantal biodiversiteitspunten bovengemiddeld.





6.21 Ubbena, Assen

Op het noordelijke deel van de voormalige vuilstort in een zandafgraving tussen Vries en Assen is in 2017 een zonneparkje gebouwd. Vanwege de bosjes en beplanting rondom het afgesloten terrein is het nauwelijks zichtbaar in het landschap. De lage, smalle tafels bestaan uit twee portret geplaatste panelen met 2 cm tussenruimte. Gemiddeld valt 65% van het beschikbare licht onder de panelen op de grond en de bedekking van de vegetatie is 95%. Het HWC-gehalte onder de panelen is 243, tussen de tafels 381 en in de rand 446. Het is ons niet bekend wat voor afdekgrond er is gebruikt, maar deze is niet erg vruchtbaar. Mogelijk is de HWC onder panelen al verlaagd ondanks dat er wel vegetatie aanwezig is. Het park is ingezaaid met een kruidenmengsel van inheemse wilde planten. Mede daardoor is het aantal waargenomen plantensoorten 68 en het aantal biodiversiteitspunten bovengemiddeld, ondanks dat het opgebracht grond betreft. In de tijdens het bezoek in 2019 nog niet gemaaide vegetatie zaten veel sprinkhanen, vlinders en mierennesten. Het beheer is maaien en afvoeren, waardoor de biodiversiteit flink zal kunnen toenemen. We zagen wel een aantal uitgegroeide reuzenberenklauwen. Aangeraden wordt deze snel met zaad en wortels af te voeren, aangezien ze het hele veld in kunnen nemen en nu al boven de panelen uitgroeien.



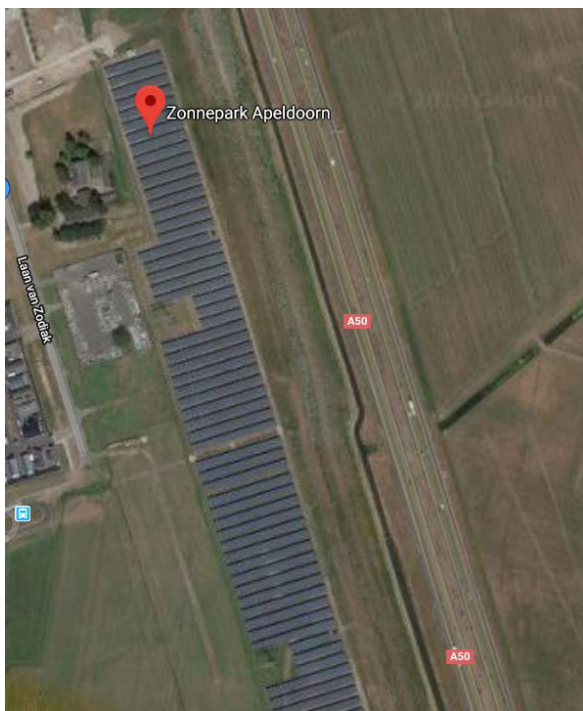
6.22 Sinderhoeve, Renkum

Bij proefsloten van de WUR bij Renkum is in 2012 één rij panelen geplaatst: portret geplaatst met 2 cm tussenruimte. De omgeving is al lang niet meer in gebruik als landbouwgrond en ligt grotendeels braak en is sterk verschaald. Onder het paneel komt 55% van het licht en is de bedekking van de vegetatie 90%. Onder en ten noorden van de 'tafel' is mossig 'gazon' te zien, ontstaan door bescherming tegen de zon en regelmatig maaien. Het HWC-gehalte is 659 onder, 565 ten noorden en 628 verder van de tafel. Redelijk gemiddelde waarden. In het braakliggende stuk waar weinig vegetatie is, in ieder geval minder gras, is het HWC-gehalte 570. Vergelijkbaar dus. Het aantal waargenomen plantensoorten en het aantal biodiversiteitspunten is benedengemiddeld. Omdat hier niet echt sprake is van een zonnepark, heeft het geen zin de potentie voor biodiversiteitsontwikkeling te benoemen. Deze lijkt gezien het beheer van de omgeving nu al bijna maximaal.



6.23 Apeldoorn

Het zonnepark bij Apeldoorn ligt tussen de geluidswal langs de snelweg A50 en het bedrijvenpark Apeldoorn-Noord. In 2012 was het landgebruik agrarisch grasland. Ondanks de veranderde bestemming is de LGN-code onveranderd. Over de volle lengte van het langgerekte park loopt een hoogspanningsleiding. Als modern onderdeel van de stedelijke ruimte vormt het zonnepark geen bedreiging voor een historisch landschappelijk waardevol gebied. Het zonnepark wordt nog verder uitgebouwd op de geluidswal langs de A50. De landschappelijke inpassing scoren we daarom als goed. De tafels zijn hoog en breed met een rijafstand van 4 m. Ze bestaan uit zes landschap geplaatste panelen met horizontaal 2 cm ruimte en 1 cm verticaal. De gemiddelde hoeveelheid licht op de bodem is 26% en de bedekking van de vegetatie 50%. Vooral onder de tweede en de derde panelenrij zijn wat kale plekken. Op het bedrijventerrein is veel geslept met grond. Volgens de bodemkaart gaat het om een lichte zavelgrond, maar die houdt geen rekening met de opgebrachte grond. Vanwege een hoge grondwaterstand is de bodem opgehoogd met zand, puin en grind. Er waren nog steeds plassen op het terrein aanwezig. De HWC-waarde onder de panelen was 885, 833 tussen de tafels en 801 in de rand van het zonnepark. Iets bovengemiddeld. Het park werd tot 2021 integraal jaarrond begraaasd met schapen, maar men overweegt nu een maaibeheer met afvoer van het maaisel. Het aantal waargenomen plantensoorten is 56 en het aantal biodiversiteitspunten 6,25, vrij laag (vijfde van anderen). Dit is toe te schrijven aan het niet verschrallen door maaien en afvoeren en het begrazingsbeheer zonder compartimenten. De bedekking van de panelen is 52% van de oppervlakte binnen het raster, zodat er wel veel ruimte is voor ontwikkeling van biodiversiteit.



6.24 Tholen

Achter de dijk van het Zoommeer ten zuiden van Tholen ligt in een akkerbouwgebied het 17 ha grote, in 2019 gereedgekomen zonnepark. Ter plaatse is veel zoute kwel en tussen het zonnepark liggen zoute graslanden, en 6 ha die als compensatie tot natuur wordt ontwikkeld. De akker ligt nu nog braak. De potenties zijn hoog, maar de plannen nog niet helder. Langs het raster zijn struiken geplant om vanuit de polder het zicht op de panelen af te schermen. Tussen de zoute graslanden en het park is bovendien nog een aarden wal opgeworpen; tijdens het bezoek in 2020 begroeid met pioniervegetatie. De tafels zijn laag en smal met een onderlinge afstand van 2,5 m en bestaan uit twee portret geplaatste panelen met 2 cm tussenruimte. Het park is ingezaaid met langzaam groeiend rietzwenkgras onder en tussen de tafels en een akkerrandenmengsel met veel exoten in de randen. De paden tussen de tafels worden gemaaid, waarbij het maaisel blijft liggen. Het perceel is gebruikt voor reguliere akkerbouw, maar ook na drainage nog nat en heeft een slappe bodem. Op de paden is puingranulaat aangebracht op een worteldoek zodat het weer verwijderd kan worden mocht men het zware zavelperceel weer als akker willen gebruiken. De HWC-waarde onder de tafels is 320, tussen de tafels 323 en in de rand 324, de op twee na laagst gemeten waarden. Onder de panelen is de gemiddelde lichthoeveelheid 6% en de bedekking van de vegetatie 75%. De panelen bedekken 51% van de oppervlakte van het park. Er zijn dus veel mogelijkheden voor ontwikkeling van biodiversiteit. Het aantal waargenomen plantensoorten exclusief exoten is 30, waardoor het aantal biodiversiteitspunten ook aan de lage kant is. Vooral de randen ingezaaid met het akkermengsel hebben potentie voor akkervogels en in aansluiting op de zoute graslanden zijn er wellicht mogelijkheden voor scholekster en tureluur. Bij het bezoek werden patrijs, torenvalk en graspieper waargenomen. Ook hier is maaien met afvoer het advies om de biodiversiteit te verhogen.





6.25 Azewijn

Op een voormalige vuilstort in een kleiafgraving, die daarna nog lang als grasland is gebruikt, is al in 2010 een zonnepark gebouwd van 6,5 ha. De hellingen van de bult, die inmiddels sterk is ingeklonken, worden nog steeds als grasland met schapenbegrazing gebruikt. Het geheel is omgeven door bomenrijen en daardoor bijna niet zichtbaar in het landschap. De hoge smalle tafels met een onderlinge afstand van 2,4 m waren aanvankelijk met kleine glas-glaspanelen bedekt, maar deze zijn in 2020 vervangen door moderne panelen. De oude panelen worden verkocht en hergebruikt. De hoeveelheid licht onder de tafels is gemiddeld 50% en bedekking van de vegetatie 40%. Die bedekking is vrij laag in vergelijking met hoge smalle tafels die we elders zagen. Een indicatie dat na een groot aantal jaren de vegetatie toch achteruitgaat onder de geldende omstandigheden: een goed gedraineerde bult afgedekt met klei die in droge jaren sterk uitdroogt en grote scheuren laat zien. Het HWC-gehalte onder de tafels was 972, tussen de tafels 1389 en in de rand van het veld 1389. Het lijkt erop dat het gehalte aan organische stof onder de tafels is teruggelopen. Nader onderzoek moet uitwijzen of dit significant is. Als beheer is jarenlang maaien zonder afvoeren in combinatie met integraal jaarrond begrazing uitgevoerd. Het bedekkingspercentage van de panelen is 43% binnen het raster. Er is dus volop ruimte om de biodiversiteit te bevorderen. Het aantal waargenomen plantensoorten in 2020 was 67, wat een gemiddeld aantal biodiversiteitspunten oplevert. Met nog wat gericht beheer is hier beslist nog een hoger biodiversiteit te bereiken. Behalve bramengroei in het raster, de aanwezigheid van pleisterende lijsters en twee haviken die daarop afkwamen, was het grote aantal paddenstoelen vermeldenswaardig.



7 Richtlijnen voor ontwerp en beheer

7.1 Handleiding ontwerp, inrichting en beheer van zonneparken

Op basis van de resultaten van het vegetatieonderzoek, de technische aspecten, de informatie over historie en beheer is een handleiding voor inrichting en beheer van multifunctionele zonneparken met biodiversiteit opgesteld. Het zijn minimale richtlijnen waaraan een multifunctioneel zonnepark zou moeten voldoen om een basisniveau van biodiversiteit te realiseren. Nader onderzoek naar effecten op de fauna en de bodem is noodzakelijk en hiermee zullen onderstaande richtlijnen op termijn uitgebreid kunnen worden. Maar gezien het hoge tempo waarmee zonneparken worden gebouwd, is het belangrijk om nu al volgens deze richtlijnen te werken. Zie ook:

[Publicaties \(zoninlandschap.nl\)](https://www.zoninlandschap.nl/publicaties)

[Natuur in zonneparken | Interactieve bouwstenen voor zonnepanelen op berm en knooppunten langs rijkswegen \(zonopinfra.nl\)](#)

7.2 Algemene ecologische uitgangspunten

Zonneparken bestaan uit tafels, meestal in rijen opgesteld, met schuin daarop zonnepanelen gemonteerd. Tussen de tafels en aan de randen groeit vegetatie en, afhankelijk van de hoeveelheid licht, ook onder de tafels. De biodiversiteit op zonneparken is een resultaat van de kwaliteit van bodem en vegetatie, de rijkdom aan kruiden en daaraan gerelateerd insecten en andere (bodem)fauna. Omdat zonneparken ontworpen worden om zo veel mogelijk zonne-energie te produceren, moet beschaduwing door hoge kruiden of andere opgaande begroeiing op de zonnepanelen voorkomen worden.

- De biodiversiteit op zonneparken moet vooral bestaan uit laagblijvende vegetatie (kruidrijk grasland of heide) en de bijbehorende fauna. Dit betekent dat beheer altijd noodzakelijk is. Uit dit onderzoek blijkt dat het beheer de belangrijkste factor is voor het realiseren van biodiversiteit.
- In verschillende milieus leven andere soorten. Dit betekent dat gradiënten in het terrein (bijvoorbeeld droog – nat) de biodiversiteit verhogen.
- In Nederland is een te voedselrijke bodem (met name stikstof) door landbouwkundig gebruik de belangrijkste oorzaak voor een lage biodiversiteit. Vershraling van voedselrijke bodems is dus essentieel om succesvol de biodiversiteit te verhogen. Dit kost minimaal vijf jaar.
- In plannen voor zonneparken wordt 'ecologische inpassing' vaak ingevuld met het aanleggen van een houtwal of singel rondom het terrein. Hoewel het beheer op het terrein het belangrijkste is, zal – afhankelijk van het landschap – een brede houtwal met zoom en mantelvegetatie van inheemse soorten ook een waardevolle bijdrage leveren aan de biodiversiteit. Hetzelfde geldt voor landschapselementen als poelen en watergangen met natuurvriendelijke oevers.

7.3 Beheer

Het belangrijkste onderwerp voor ontwikkeling van biodiversiteit in zonneparken is beheer. Uit dit onderzoek bleek dat slechts 3 van de 25 zonneparken echt goed voor biodiversiteit beheerd werden. Bij het ontwerpen van zonneparken komt het beheer vaak als laatste aandachtspunt. Terwijl het beheerplan relevant is voor het ontwerp, de inrichting en voor de fase van exploitatie van het zonnepark (minimaal 20-30 jaar).

- De meeste zonneparken worden aangelegd op voormalige landbouwgrond. De voedselrijkdom van deze grond is beperkend voor een hoge biodiversiteit. Als de voedselrijke top laag van de bodem niet wordt afgegraven bij de aanleg van het park, moet het beheer zorgen voor verschraling. Begrazing zorgt vrijwel niet voor verschraling, want met de mest van de dieren komen de voedingsstoffen weer terug in het terrein. Vandaar het essentiële advies: minimaal de eerste vijf jaar maaien en afvoeren van het maaisel. Richtlijn voor kleigrond drie keer maaien per jaar en voor zandgrond twee keer per jaar.
- Op het moment dat de bodem voldoende verschaald is (lage productie biomassa, minder dominantie van Engels raaigras, meer kruiden in het grasland), kan overwogen worden om het aantal maaibeurten per jaar te verminderen. Ook zou het maaien gecombineerd kunnen worden met begrazing, bijvoorbeeld nabeweiding in de herfst. De aanvankelijke extra inspanning door afvoeren van het maaisel kan zich terugverdienen door een lagere maaifrequentie in de jaren na de eerste vijf jaar.
- Ook kan bij voldoende verschraling het maaibeheer gefaseerd worden, dus randjes over laten staan ten behoeve van overwinterende insecten of 'sinusbeheer' toepassen met hetzelfde doel.
- Botanisch gezien is begrazing met runderen effectiever voor biodiversiteit dan begrazing met schapen. Dat heeft o.a. te maken met het graasgedrag van de soort. Runderen pakken alles wat er voor hun bek zit mee, schapen vreten eerst selectief de bloemen eruit omdat ze die lekkerder vinden. De praktijk is dat in zonneparken alleen gewerkt wordt met schapen als grazers. Wil je met schapen succesvol begrazen, dan is drukbegrazing de beste methode, waarbij je de beesten ook alle minder lekkere, taaie stengels laat vreten. In een zonnepark is dat te realiseren door het terrein in minimaal 3 compartimenten te verdelen, waarbij je de schapen in ca. 1 maand tijd alles op laat eten en daarna verplaatst naar een volgend compartiment. In de rustperiode herstelt de vegetatie zich en komen planten weer tot bloei. Op deze wijze wordt het beheer ook toegepast in de Zuid-Limburgse helling-schraallanden (Nijssen et al., 2016).
- Ten behoeve van de biodiversiteit op een zonnepark geen bemesting en bestrijdingsmiddelen toepassen. Hoewel dit vanzelfsprekend lijkt, werd op 1 van de 25 zonneparken de vegetatie onder de panelen met herbiciden doodgespoten, omdat 'het er netjes uit moet zien'.
- Maaien en het maaisel afvoeren is duurder dan klepelbeheer waarbij het maaisel in stukjes gehakt wordt en blijft liggen. Maar door het verschralen van de bodem zal bij een beheer van maaisel afvoeren de productiviteit van de bodem afnemen en zullen het aantal maaibeurten en de kosten op termijn afnemen. Nog steeds blijft het daarmee wat duurder, maar op de totale exploitatie van een zonnepark zijn de beheerkosten een relatief kleine post.
- Bij de vestiging van invasieve exoten zoals reuzenberenklauw en Japanse duizendknoop moet meteen drastisch worden ingegrepen om te voorkomen dat deze onbeheersbaar gaan groeien. Maar ook een inheemse soort als Jacobskruiskruid moet in de gaten gehouden worden. Buren zullen een zaadbron vanuit het zonnepark niet altijd leuk vinden.

NB Nader onderzoek moet uitwijzen wat per saldo de meeste biodiversiteit oplevert. Goed beheerde, wat bredere paden tussen de tafels of, dankzij smalle paden, een grotere oppervlakte in de rand van het zonnepark waar helemaal geen schaduw is en waar een beheer van maaien en afvoeren makkelijker haalbaar is.

7.4 Ontwerp

Bij het ontwerp van een park speelt de maximale productie aan stroom vaak een overheersende rol. Dit resulteert dan in een energetisch efficiënte inrichting waarbij zo veel mogelijk panelen op een hectare worden geplaatst. Dit is voor de ontwikkeling van biodiversiteit niet optimaal. Een deel van de ruimte benutten voor andere functies, zoals recreatie en bijvoorbeeld waterberging, biedt meer perspectief.

- Zuid-opstelling of oost-west. Uit dit onderzoek blijkt duidelijk dat een oost-west-opstelling voor biodiversiteit veel nadelen heeft in vergelijking met een zuid-opstelling. Er komt veel minder licht onder de panelen waardoor de bedekking met vegetatie gering is, er weinig soorten groeien en bodemdegradatie dreigt. Oost-west-opstellingen worden in dit verband dan ook afgeraden.
- Afstand tussen de tafels met panelen. Hoe meer ruimte er is tussen de panelen, hoe meer kansen voor biodiversiteit. Toch blijkt uit dit onderzoek dat vanaf ca. 200 cm er al relatief hoge soortenaantallen tussen de panelen voor kunnen komen. Belangrijk is wel dat er voor een beheer van maaien en afvoeren van maaisel voldoende ruimte manoeuvreerruimte voor een tractor is. 250-300 cm tussen de panelen is daarvoor voldoende. Voor de vestiging van vogels lijkt de breedte van de paden essentieel. Dit aspect is in dit onderzoek niet aan bod gekomen.
- Breedte en hoogte panelen tafels. Onder smalle tafels komt meer licht op de bodem dan onder brede. Dus in dat opzicht is een wat groter aantal smalle tafels te verkiezen boven minder, maar bredere tafels. De hoogte van het laagste deel van de tafel is voor de hoeveelheid licht minder belangrijk, maar hogere tafels maken het beheer makkelijker. Daarnaast spelen landschappelijke aspecten een rol, waaraan we hier geen aandacht besteden.
- Neerslagverdeling. Bij panelen die strak tegen elkaar aangelegd zijn, stroomt het regenwater helemaal naar beneden en blijft het onder de panelen droog. Dit heeft een negatief effect op de vegetatie en het bodemleven onder de panelen. Om een betere verdeling van de neerslag te krijgen, dient er een spleetje van minimaal 1 cm tussen de panelen te zijn. Door de panelen 'landscape' te plaatsen i.p.v. 'portrait' liggen de spleetjes dicht bij elkaar en is de neerslagverdeling nog beter.
- Sparen van waardevolle elementen zoals bomen. In een weiland met solitaire bomen waar een zonnepark wordt gerealiseerd, worden deze vaak gekapt omwille van de efficiëntie en beschaduwing. Oude bomen zijn waardevol vanuit het oogpunt van biodiversiteit en het duurt lang voordat nieuw geplante bomen eenzelfde waarde hebben. Er zijn voorbeelden van zonneparken (Groenlo) waar deze bomen gespaard zijn en de panelen wat verder van deze bomen gelegd zijn. Deze vorm van natuurinclusief ontwerpen heeft bij multifunctionele zonneparken de voorkeur.

7.5 Inrichting

- Locatiekeuze. Zonneparken kunnen theoretisch een redelijk hoge biodiversiteit hebben in vergelijking met intensief gebruikte landbouwgrond. Maar vergeleken met veel natuurgebieden is de potentiële biodiversiteit er naar verwachting lager; zeker tussen de tafels. Het advies is dan ook om zonneparken niet in Natura 2000- of andere natuurgebieden aan te leggen. Ook in open weidevogelgebieden zullen zonneparken naar verwachting een negatief effect hebben op de weidevogelstand. Het is nog niet beschreven, maar waarschijnlijk houden weidevogels uit voorzorg een afstand van 200-300 m tot zonneparken in acht, waardoor het verlies aan leefgebied een veelvoud kan zijn van de oppervlakte van het zonnepark. Nader onderzoek is urgent.
- Uitgangssituatie. Veelal zullen zonneparken worden gerealiseerd op voormalige bemeste akkers of weilanden. Om de biodiversiteit te vergroten, is de voedselrijkdom van de bodem het belangrijkste knelpunt. Nagegaan dient te worden of afgraven van de toplaag een goede optie is. Soms kan die grond als een (hout)wal rondom het terrein gebruikt worden (zoals in Appelscha is gedaan). Het vergroot in ieder geval de mogelijkheden voor biodiversiteit binnen het park. Lang niet altijd is dit mogelijk. Een optie is ook om in het jaar voorafgaand aan de aanleg van het park de grond uit te mijnen door zonder bemesting nog een gewas (bijvoorbeeld mais) te zaaien en te oogsten.
- Creëren gradiënten. Het creëren van gradiënten binnen het park, bijvoorbeeld door het aanleggen van een poel en natuurvriendelijke oevers, zal de biodiversiteit binnen het park verhogen.

-
- Inzaaien – gras. Bij de aanleg van een zonnepark op een voormalige akker wordt vaak gras ingezaaid om snel een begroeide aanblik en geen last van erosie te hebben. Vanuit het oogpunt van biodiversiteit is dat lang niet altijd nodig. Ook als er niets wordt ingezaaid, zullen er spontaan allerlei (eenjarige) kruiden gaan groeien. Onder invloed van een maaibeheer zullen deze vanzelf in een grasvegetatie overgaan. Wanneer gras wordt ingezaaid, is dit vaak in zulke hoge dichtheden dat kruiden weinig kans hebben om zich te vestigen. Indien men toch gras wil inzaaien, is het advies om ca. 1/3 van de aanbevolen hoeveelheid graszaad te gebruiken.
 - Inzaaien – kruiden. Op sommige zonneparken worden kruiden ingezaaid om de biodiversiteit te verhogen. Eenjarige akker(on)kruiden zien er fleurig uit na inzaaien, maar zullen onder invloed van maaibeheer of begrazen verdwijnen (tenzij er op het zonnepark een akker wordt aangelegd die elk jaar weer geploegd wordt). Indien men de biodiversiteit versneld wil verhogen, is het advies om overjarige soorten te kiezen, behorend bij de grondsoort. Belangrijk is om geen uitheemse soorten van Oost-Europese of Zuid-Europese herkomst te gebruiken. Om de inheemse genetische variatie te behouden, is 'Het Levend Archief' (www.levendarchief.nl) opgericht. Daarbij is een aantal kwekerijen aangesloten die zaad van lokale herkomst kunnen leveren.

7.6 Overige punten

- Monitoren natuurwaarden. Om te zorgen dat projectontwikkelaars en andere betrokkenen leren van alle inspanningen op het gebied van biodiversiteit, is het waardevol om de natuurwaarden te (laten) monitoren. Hiervoor is een protocol ontwikkeld dat gevolgd zou kunnen worden ('Meetprotocol biodiversiteit zonneparken', www.Zoninlandschap.nl). Nader onderzoek moet uitwijzen welke rol vrijwilligers (*citizen science*) kunnen spelen bij monitoring van biodiversiteit in zonneparken en of en hoe dit de betrokkenheid van burgers bij de opwekking van duurzame energie in de woonomgeving kan verhogen.
- Openstelling. Bijna alle zonneparken zijn ontoegankelijk en omgeven door een hoog raster. Van de bezochte zonneparken is alleen De Kwekerij in Hengelo opengesteld voor wandelaars. Dit resulteert in een groot draagvlak en betrokkenheid bij omwonenden. Dit concept zou veel vaker kunnen worden toegepast.
- Vergunningverlening. De gemeente is over het algemeen de instantie die een vergunning voor het bouwen van een zonnepark verleent. De gemeente zou voor het realiseren van een multifunctioneel zonnepark met meer biodiversiteit een sturende rol kunnen spelen door het stellen van randvoorwaarden. Bij het verlenen van een vergunning zouden eisen aan het beheer (maaien + afvoeren) gesteld kunnen worden. Ook zou de gemeente een natuurplan kunnen verlangen en/of monitoring van natuurwaarden voor en na aanleg van het park. Het best is als dit gelegitimeerd kan worden met, als gevolg van participatie, aantoonbare wensen van (natuur)belangengroepen. Dit zal ook de kennis van biodiversiteit bij projectontwikkelaars helpen verhogen.

Literatuur

Referenties

- Bloem, J., A.J. Schouten, S.J. Sørensen, M. Rutgers, A. van der Werf and A.M. Breure. 2006. Monitoring and evaluating soil quality. In "Microbiological Methods for Assessing Soil Quality" (J. Bloem, D.W. Hopkins and A. Benedetti, editors), pp. 23-49. CABI, Wallingford, UK.
- Elsen, E. van den, M. Knotters, M. Heinen, P. Römkens, J. Bloem en G. Korthals. 2019. Noodzakelijke indicatoren voor de beoordeling van de gezondheid van Nederlandse landbouwbodems: Selectie van fysische, chemische en biologische indicatoren voor het meten van de bodemgezondheid. Wageningen Environmental Research rapport; no. 2944, 81 p.
- Ghani, A., M. Dexter and K.W. Perrott. 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilization, grazing and cultivation. *Soil Biol. Biochem.* 35:1231-1243.
- Hanegraaf, M.C, H.G.M. van den Elsen, J.J. de Haan en S.M. Visser. 2019. Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland – Indicatorset en systematiek, versie 1.0. Wageningen Research, Rapport WPR-795, 34 p.
- Hoek, J., D. van Balen, W. Haagsma, W. van den Berg, P. van Asperen, W. Sukkel, J. de Haan en J. Bloem. 2019. Bodemindicatoren in BASIS: Identificatie van de belangrijkste biologische en chemische bodemparameters ('bodemindicatoren') in het project BASIS over de periode 2009-2016. (Rapport / Wageningen University & Research, Business unit Open Teelten; No. WPR-798). Wageningen: Wageningen University & Research, Business unit Open Teelten.
- Kok L., N. van Eekeren, W.H. van der Putten, G.J. van den Born, T. Schouten en M. Rutgers. 2017. Zonneparken en bodemafdekking. *Bodem* 4:18-21.
- Nijssen, M., Bobbink, R., Geertsma, M., Scherpenisse, M., Huiskes, R., Kuper, J., & de Vries, M. W. (2016). Beheeroptimalisatie Zuid-Limburgse hellingschraallanden: effecten van gefaseerde begrazing op bodem, vegetatie en fauna (No. OBN-209-HE). VBNE, Vereniging van Bos-en Natuurterreineigenaren.
- Zee, F. van der, J. Bloem, P. Galama, L. Gollenbeek, J. van Os, A. Schotman en S. de Vries. 2019. Zonneparken natuur en landbouw. Wageningen Environmental Research rapport; no. 2945, 67 p. <http://edepot.wur.nl/475349>

Bronnen Bodem:

- Axel Weselek & Andrea Ehmann & Sabine Zikeli & Iris Lewandowski & Stephan Schindele & Petra Högy, Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review; *Agronomy for Sustainable Development* (2019) 39: 35
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-019-0581-3>
- Barron-Gafford, G.A., Pavao-Zuckerman, M.A., Minor, R.L. et al. Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. *Nat Sustain* 2, 848–855 (2019).
<https://doi.org/10.1038/s41893-019-0364-5>
- Coenen, B. 2018 18 09, "Geen landbouwvrijstelling bij verhuur voor zonnepark", Geraadpleegd van: <https://www.agribusiness.nl/2018/09/18/geen-landbouwvrijstelling-bij-verhuur-voor-zonnepark/>
- Choi CS, Cagle AE, Macknick J, Bloom DE, Caplan JS and Ravi S (2020) Effects of Revegetation on Soil Physical and Chemical Properties in Solar Photovoltaic Infrastructure. *Front. Environ. Sci.* 8:140. doi: 10.3389/fenvs.2020.00140
- Enkhart, S (2020) Agrivoltaic project with vertically mounted bifacial panels goes online in Germany. *PV Magazine USA*.
<https://pv-magazine-usa.com/2020/10/12/agrivoltaic-project-with-vertically-mounted-bifacial-panels-goes-online-in-germany/>
- Hanegraaf, M.C., H.G.M. van den Elsen, J.J. de Haan & S.M. Visser (2019). Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland – indicatorset en systematiek, versie 1.0. Wageningen Research, Rapport WPR-795. 34 blz.; 1 fig; 2 tab; 23 ref.
<https://edepot.wur.nl/498307>

Ormeño Mónica Sánchez, Hervás Sara, Amorós José Ángel, Navarro Francisco Jesús García, Gallego Juan Campos, Pérez-de-los-Reyes Caridad (2016) Soil protection in solar photovoltaic farms by revegetation with mycorrhizal native species. *Soil Research* 54, 237-241. (<https://doi.org/10.1071/SR15026>)

Yu Liu, Rui-Qi Zhang, Ze Huang, Zhen Cheng, Manuel López-Vicente, Xiao-Rong Ma, Gao-Lin Wu 2019. Solar photovoltaic panels significantly promote vegetation recovery by modifying the soil surface microhabitats in an arid sandy ecosystem. *LDD Land Degradation & Development*. Volume30, Issue18. December 2019. Pages 2177-2186 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ldr.3408>

Bijlage 1 Checklist technische eigenschappen zonneveld

Nummer zonneveld

Opname door

Naam zonneveld

Contactgegevens

Plaats of gemeente

Bezoekdatum

Tijd

Jaar

N-panelen

Totaaloppervlakte

Oppervlakte afgedekt door panelen

Randbreedte

Rijafstand

N-rijen

Rijlengte

Oriëntatie

Hoogte minimaal

Hoogte maximaal

Breedte werkelijk en horizontaal geprojecteerd

Spleten horizontaal

Spleten verticaal

Beheer, (on)gemaaid, keren per jaar, jaarrondbegrasd, periodiek begrasd x-weken

Grondgebruik oost

Grondgebruik zuid

Grondgebruik west

Grondgebruik noord

Bijlage 2 Bezochte zonneparken

ID25	Naam zonneveld	Plaats of gemeente	Bezoekdatum	Tijd	Bouwjaar
14	Gansenoort	Duiven	18-10-2019	9:30 - 11:00	2018
18	Hildenberg	Appelscha	19-8-2019	13:49 - 16:00	2017
23	AVRI Solar BV	Geldermalsen	28-7-2020	10:00 - 12:00	2018
24	De Kie	Franeker	4-8-2020	10:00 - 12:01	2018
25	Alberdaheerd	Marum	4-8-2020	13:30 - 15:30	2018
30	De lange Runde	Bargercompascuum	9-9-2020	16:00 - 17:31	2018
37	De Watering	Coevorden	9-9-2020	13:00 - 15:00	2020
39	De Kwekerij	Hengelo Gld	22-9-2019	9:00 - 12:00	2017
49	Vliegveld Welschap	Eindhoven	22-7-2020	13:00 - 15:00	2018
52	Boekelerhoekwest	Hengelo	9-9-2020	10:00 - 12:00	2018
54	Nystar	Budel	22-7-2020	10:00 - 12:00	2018
62	Adriaanpolder	Ooltgensplaat	23-7-2020	10:00 - 12:00	2018
70	Melissant Roxenisse	Goeree-Overflakkee	23-7-2020	13:00 - 17:00	2018
82	Saman	Zierikzee	15-9-2020	13:10 - 15:00	2018
86	Noordwolde	Noordwolde	24-9-2020	13:00 - 15:00	2018
87	Wolvega	Wolvega	24-9-2020	10:00 - 12:00	2018
89	Lingemeren	Lienden	9-10-2019	14:00 - 16:00	2017
91	Purmerend	Purmerend	20-9-2019	10:00 - 12:00	2016
98	de Vaandel	Heerhugowaard	20-9-2019	13:00 - 15:00	2018
104	Laarberg	Groenlo	9-10-2019	9:00 - 11:00	2018
120	Ubbena	Assen	19-8-2019	10:00 - 12:00	2017
122	Sinderhoeve	Renkum	7-10-2019	12:30 - 13:30	2012
124	Apeldoorn	Apeldoorn	16-10-2019	10:00 - 12:00	2018
126	Tholen	Tholen	15-9-2020	9:30 - 11:00	2019
127	Azewijn	Montferland	7-10-2020	10:00 - 12:00	2010

Bijlage 3 Bodem, beheer en oppervlakte onderzochte parken

ID25	Naam zonneveld	Bodem	Beheer	Verschraling?	Voormalig gebruik	Oppervlakte N panelen	Opp.panelen	% bedekt	Randbreedte
14	Genzenwoirt	lichte klei	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	grasland	12584	4144	6962	55
18	Hildenberg	zand	maaien of klepelen zonder afvoer	door plaggen vooraf	akker/afgeplagd	112028	36000	72000	64
23	AVRI Solar BV	zware zavel	begrazing	nee	stortplaats, braak	190000	34368	56000	29
24	De Kle	zware zavel	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	grasland	100000	29008	56566	57
25	Alberdaheerd	zand	begrazing	nee	grasland	80000	27216	54432	68
30	De lange Runde	veen	begrazing	door grasoogst	akker	1732278	89659	87169	50
37	De Watering	veen	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	grasland	95163	37500	75000	79
39	De Kwekerij	zand	maaien en afvoeren	deels door maaien	akker	70000	6978	11653	17
49	Vliegvelde Welschap	zand	maaien of klepelen zonder afvoer	was al verschraald	grasland/vliegveld	24381	11040	18326	75
52	Boekelerhoekwest	zand	begrazing	nee	grasland	226500	61000	78080	34
54	Nystar Budel	zand	maaien en afvoeren	was al verschraald	stortplaats/natuurbeheer	800000	150000	250000	31
62	Adriaanpolder	lichte klei	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	akker	390000	132000	219120	56
70	Melissant Roxenisse	lichte klei	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	akker	125000	36000	60120	48
82	Saman Zierikzee	zware zavel	begrazing	nee	akker	100708	41000	88649	88
86	Noordwolde	zand	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	grasland	40000	15000	30000	75
87	Wolvega	zand	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	grasland	38210	15000	30000	79
89	Lingemeren	zware klei	begrazing	nee	akker/opgebrachte grond	20000	4800	7761	39
91	Purmerend	zware klei	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	akker	94447	21600	35070	37
98	De Vaandel HHW	lichte zavel	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	akker	79400	34000	68000	86
104	Laarberg Groenlo	zand	begrazing	deels door afgraven	grasland	65009	6600	13200	20
120	Ubbena Assen	zand	maaien en afvoeren	door afvoer maaisel	stortplaats/beheer?	10500	2208	3607	34
122	Sinderhoeve Renkum	zand	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	grasland/braak	nvt	48	79	0
124	Apeldoorn	lichte zavel	begrazing	nee	grasland	43712	11388	22776	52
126	Tholen	zware zavel	maaien of klepelen zonder afvoer	nee	akker	171568	44000	88000	51
127	Azewijn	zware klei	begrazing	nee	grasland al lang/ooit stort	65482	17200	28380	43

Bijlage 4 Technische eigenschappen en opstelling

ID25	Naam zonneveld	Rijafstand m	Rijen	N Tafel	rijlengte m	Orientatie	Tafel	Min h cm	Max h cm	Breedte cm	spletenh cm	spletenv cm	Oost	Zuid	West	Noord	Tafel
14	Gansenwoit	240	18	92	92	z/z	laag smal	60	150	400	2	1,5	gras	akker	begraasd	akker	laag smal
18	Hildenberg	300	88	144	144	z	laag breed	50	200	600	0	0	bos	gras	golf	gras	laag breed
23	AVRI Solar BV	300	263	82	82	z	hoog smal	80	200	400	2	2	braak	infra	braak	bedrijven	hoog smal
24	De Kie	200	89	90	90	z	laag breed	70	270	780	2	2	bedrijven	water	gras	gras	laag breed
25	Alberdaheerd	300	70	154	154	z	laag breed	70	210	790	2	2	gras	akker	akker	braak	laag breed
30	De lange Runde	450	16	905	905	z	laag breed	70	275	620	2,2	1,5	akker	akker	bedrijven	akker	laag breed
37	De Watering	195	38	250	250	z	laag breed	75	245	800	1	1	gras	gras	bedrijven	gras	laag breed
39	De Kwekerij	500	27	200	200	z	laag smal	60	187	335	2	2	akker	bos	wonen	gras	laag smal
49	Vliegveld Welschap	250	23	84	84	o/w	Oost-West	90	175	1040	2	2	bedrijven	park	gras	gras	Oost-West
52	Boekelerhoekwest	300	200	250	250	z	hoog smal	110	230	320	1	1	gras	braak	bedrijven	gras	hoog smal
54	Nystar Budel	300	250	600	600	z	laag smal	60	180	333	2,5	1,2	natuur	natuur	industrie	natuur	laag smal
62	Adriaanpolder	300	119	307	307	z	hoog breed	90	200	594	0,1	0,1	akker	gras	braak	gras	hoog breed
70	Melissant Roxenisse	400	47	240	240	z	hoog breed	90	200	594	0,1	0,1	akker	gras	gras	akker	hoog breed
82	Saman Zierikzee	40	22	350	350	ow	Oost-West	90	185	1240	1,5	1,5	bedrijven	akker	braak	bedrijven	Oost-West
86	Noordwolde	230	64	125	125	z	hoog smal	80	180	400	0	0	akker	sport	wonen	gras	hoog smal
87	Wollega	230	64	125	125	z	hoog smal	80	180	400	0	0	gras	bedrijven	gras	gras	hoog smal
89	Lingemeren	300	9	325	325	zzw	hoog smal	100	200	330	0,7	2	akker	akker	gras	water	hoog smal
91	Purmerend	400	42	315	315	z	hoog smal	100	256	400	1	1	gras	braak	braak	braak	hoog smal
98	de Vaandel HHW	170	22	477	477	z	hoog breed	82	210	610	2	2	akker	braak	akker	akker	hoog breed
104	Laarberg Groenlo	800	28	56	56	z	hoog breed	110	400	800	2	2	akker	akker	gras	gras	hoog breed
120	Ubbena Assen	500	7	160	160	zzz	laag smal	60	200	320	2	2	braak	braak	braak	braak	laag smal
122	Sinderhoeve Renkum	0	1	84	84	zzw	laag smal	65	150	165	0	2	braak	braak	braak	braak	laag smal
124	Apeldoorn	400	60	63	63	zzz	hoog breed	80	300	600	2	1	braak	braak	braak	braak	hoog breed
126	Tholen	250	70	300	300	z	laag smal	50	150	400	2	2	akker	natuur	akker	akker	laag smal
127	Azewijn Montferland	240	83	300	300	z	hoog smal	100	185	365	0,1	1,5	gras	gras	gras	gras	hoog smal

Bijlage 5 Gemeten HWC en droge stof

ID25	Naam zonneveld	dsonder	dstussen	dsrand	hwconder	hwctussen	hwcrand
14	Ganzenwoirt	80,3	77,9	77,5	880	942	1010
18	Hildenberg	83,2	80,9	87,1	512	602	639
23	AVRI Solar BV	94,0	89,4	92,5	387	328	329
24	De Kie	70,0	71,2	76,8	1615	1620	797
25	Alberdaheerd	83,1	82,5	85,6	1196	1532	1255
30	De lange Runde	57,7	67,3	67,1	3063	2103	2084
37	De Watering	72,6	72,0	83,3	1654	1749	941
39	De Kwekerij	93,3	87,6	89,6	506	458	417
49	VliegveldWelschap	85,5	84,8	92,9	538	813	734
52	Boekelerhoekwest	79,3	81,9	91,6	1483	1256	569
54	Nystar	85,0	97,0	93,6	900	576	891
62	Adriaanpolder	79,3	83,3	83,4	377	474	383
70	Melissant Roxenisse	87,5	89,5	91,4	394	392	390
82	SamanZierikzee	86,9	89,6	93,0	410	517	508
86	Noordwolde	73,6	72,7	80,4	1914	2060	955
87	Wolvega	74,4	70,6	73,8	2083	2187	1931
89	Lingemeren	83,4	82,3	83,0	243	129	151
91	Purmerend	63,5	63,4	69,0	2408	2520	1689
98	De Vaandel HHW	79,8	80,8	81,0	670	611	697
104	Laarberg	91,2	86,9	88,0	663	720	681
120	Ubbena	87,7	91,2	91,6	243	381	446
122	Sinderhoeve	94,0	89,1	86,6	659	565	628
124	Apeldoorn	78,8	81,0	83,2	885	833	801
126	Tholen	82,8	87,7	92,1	320	323	324
127	Azewijn	80,4	74,1	74,5	972	1389	1415

Bijlage 6 Huidig en voormalig gebruik volgens LGN

ID25	Naam zonneveld	Landgebruik 2012 (LGN7)	Lgn 2018 en/of 2019 indien afwijkend
14	Ganzenwoirt1	Agrarisch gras	
18	Hildenberg	Maïs	Overig grondgebruik in buitengebied
23	AVRI Solar BV	Gras in secundair bebouwd gebied	
24	De Kie	Agrarisch gras	Overig grondgebruik in buitengebied
25	Alberdaheerd	Agrarisch gras	
30	De lange Runde	Granen	Overig grondgebruik in buitengebied
37	DeWatering	Agrarisch gras	Aardappelen
39	De Kwekerij	Aardappelen	Gras in primair bebouwd gebied
49	VliegveldWelschap	Gras in secundair bebouwd gebied	
52	Boekelerhoekwest	Boomkwekerijen	Agrarisch gras
54	Nystar	Gras in primair bebouwd gebied	
62	Adriaanpolder	Aardappelen	Overige landbouwgewassen
70	Melissant Roxenisse	Granen	Gras in secundair bebouwd gebied
82	Saman	Granen	Overige landbouwgewassen
86	Noordwolde	Agrarisch gras	Maïs
87	Wolvega	Agrarisch gras	
89	Lingemeren	Maïs	Gras in secundair bebouwd gebied
91	Purmerend	Aardappelen	Gras in primair bebouwd gebied
98	de Vaandel	Maïs	Overige landbouwgewassen
104	Laarberg	Agrarisch gras	Overige moeras vegetatie
120	Ubbena	Agrarisch gras	Gras in secundair bebouwd gebied
122	Sinderhoeve	Natuurgraslanden	nvt
124	Apeldoorn	Agrarisch gras	
126	Tholen	Overige landbouwgewassen	
127	Azewijn	Gras in secundair bebouwd gebied	

Bijlage 7 Oppervlakte bezochte zonneparken in verschillende bronnen

ID25	Naam zonneveld	Toptien	Gemeten oppervlakte	Opp. panelen	% bedekt	Opp. in top10/satelliet
14	Ganzenwoirt1	ja	12584	6962	55	14306
18	Hildenberg	ja	112028	72000	64	135000
23	AVRI Solar BV	ja	190000	56000	29	152306
24	De Kie	ja	100000	56566	57	94600
25	Alberdaheerd	ja	80000	54432	68	77953
30	De lange Runde	ja	173278	87169	50	165340
37	DeWatering	nee	95163	75000	79	90782
39	De Kwekerij	ja	70000	11653	17	70526
49	VliegveldWelschap	ja	24381	18326	75	24462
52	Boekelerhoekwest	ja	226500	78080	34	226509
54	Nystar	ja	800000	250000	31	485118
62	Adriaanpolder	ja	390000	219120	56	357153
70	Melissant Roxenisse	ja	125000	60120	48	128014
82	Saman	ja	100708	88649	88	109089
86	Noordwolde	ja	40000	30000	75	38876
87	Wolvega	ja	38210	30000	79	40461
89	Lingemeren	ja	20000	7761	39	16332
91	Purmerend	ja	94447	35070	37	152306
98	de Vaandel	ja	79400	68000	86	79358
104	Laarberg	ja	65009	13200	20	63010
120	Ubbena	ja	10500	3607	34	10392
122	Sinderhoeve	nee	nvt	79	nvt	79
124	Apeldoorn	ja	43712	22776	52	40996
126	Tholen	nee	171568	88000	51	159257
127	Azewijn	ja	65482	28380	43	64356
	totaal		3127970	1460950	47	2796581

Bijlage 8 Alle zonneparken in Nederland (september 2020)

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm
2	1	9,75433	from TOP10NL	Ameland	5,674528437	53,45036	y	y	y	zp Ameland, op foto en op osm
3	1	5,89835	from TOP10NL	Eemshoofd	6,858203096	53,45011	y	y	n	zp Eemshoofd op osm, niet op foto
5	1	0,345424	from TOP10NL	Terschelling	5,2561707	53,3768	y	y	y	zp Hee, op foto en op osm
6	1	6,67136	from TOP10NL	Delfzijl	6,926360563	53,30017	y	y	n	zp Geefswaer, braak op foto, wel op osm
7	1	28,7408	from TOP10NL	Delfzijl	6,957348209	53,29899	y	y	y	SunPort Delfzijl, groot zonnepark, ruim ingetekend, op foto en osm
8	1	5,93179	new detected	Kollumerland en Nieuwkruisland	6,162892791	53,28259	y	y	n	zp Jumaheerd, bedrijventerrein Kollum, grasland op foto
9	1	9,59468	from TOP10NL	Achtkarspelen	6,151227164	53,25998	y	y	n	zp Sinnegreide, Achtkarspelen, grasland op foto, wel op osm
10	1	1,5021	new detected	Delfzijl	6,945995688	53,25772	y	y	n	Camping Klein Finland, zp niet op foto of osm, wel sat.
11	1	1,43685	new detected	Delfzijl	6,94271165	53,25562	y	y	n	Camping Klein Finland, zp niet op foto of osm, wel sat.
12	1	1,05775	from TOP10NL	Vlieland	4,943450299	53,25424	y	y	y	zp Defensie Postweg 9, Oost Vlieland, wel, op foto, niet op osm
13	1	0,146317	from TOP10NL	Groningen	6,519883985	53,23653	y	y	y	Transierium Reitdiep, te zien op foto, fietsenstalling op osm
14	1	0,401552	from TOP10NL	Tytsjerksteradiel	5,996075081	53,21959	y	y	?	Rijksweg, kas? Op foto, niet op osm, voordeel van de twijfel
15	1	4,55718	new detected	Leeuwarden	5,850529972	53,21922	y	y	n	zp Blisaerderleane/Sudermieden, grasland op foto en osm
16	1	3,00504	from TOP10NL	Groningen	6,484088427	53,21503	y	y	y	Hoogkerk zp Vliervlieten, op foto en op osm
17	1	8,81266	from TOP10NL	Tytsjerksteradiel	6,032621148	53,21022	y	y	y	zp Bergum 220 kV Transformatorstation, op foto en op osm
18	1	1,1864	new detected	Leeuwarden	5,758989471	53,20859	y	y	n	zp Westeinde, niet op foto, wel op osm
19	1	15,4489	new detected	Leeuwarden	5,756635071	53,20401	y	y	n	zp Leeuwarden, Harlingerstraatweg, grasland op foto, constructie op osm
20	1	21,6661	from TOP10NL	Groningen	6,639236708	53,1983	y	y	n	Roodehaan/A7, niet zichtbaar, wel osm
21	1	15,9742	from TOP10NL	Groningen	6,619105951	53,19412	y	y	y	zp Woldjerspoor, ook osm, ruim ingetekend
22	1	9,52454	from TOP10NL	Leek	6,363933392	53,18669	y	y	n	zp Leeksterveld fase 2, akker en grasland op foto, wel op osm
23	1	5,36618	from TOP10NL	Leeuwarden	5,752133443	53,1849	y	y	y	zp de Zwette, Boxumervaart, op foto en op osm
24	1	1,54672	new detected	Harlingen	5,459175768	53,18077	y	y	n	niet op osm, en gras op foto, wel sat.
25	1	1,8705	from TOP10NL	Harlingen	5,461449463	53,18036	y	y	y	zp Curiestraat op foto, ruim ingetekend, op osm
26	1	105,338	from TOP10NL	Hoogezand-Sappemeer	6,778848889	53,17648	y	y	n	zp midden Groningen. Akker en grasland op foto, wel op Osm

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm	
27	2	9,4577	from TOP10NL	Franekeradeel	5,515669369	53,17574	Y	Y	Y	Y	zp De Kie, Franeker, op fot en osm
29	1	7,43115	from TOP10NL	Tytsjerksteradiel	5,993283952	53,17139	Y	Y	Y	Y	zp Griene Greide, ruim ingetekend, op osm en foto
30	1	0,698887	from TOP10NL	Leeuwarden	5,831870524	53,16629	Y	Y	Y	Y	afritlocatie, topkaart zichtbaar maar onnauwkeurig, osm idem
31	1	7,1583	new detected	Leeuwarden	5,823715788	53,16626	Y	Y	n	Y	zp snelweg locatie, gras op foto, constructie osm
32	1	0,91075	new detected	Menterwolde	6,887434086	53,16097	Y	Y	n	Y	zp SunBrouck op osm, grasland en renbaan op foto
33	1	27,2966	new detected	Hoogezand-Sappemeer	6,728287751	53,15927	Y	Y	n	Y	zp Molenwaard op osm, grasland en braak op foto
34	1	0,687304	from TOP10NL	Texel	4,854801703	53,14431	Y	Y	Y	Y	Cocksdoorp, drijvend zonnepark bij golfbaan, camping. Op foto en osm
35	1	32,6267	new detected	Menterwolde	6,892591739	53,14144	Y	Y	n	n	zp Muntendam Wildervanckkanaal, niet op osm, akker op foto
36	1	2,63924	from TOP10NL	Leek	6,363824267	53,13862	Y	Y	n	Y	zp Oostindie, gras op foto, wel op osm.
37	1	8,37056	from TOP10NL	Oldambt	7,053565181	53,13841	Y	Y	Y	Y	zp Winschoten, op foto en osm. Twee delen Noord en Oost
38	2	7,79527	from TOP10NL	Marum	6,279477828	53,13772	Y	Y	n	Y	zp Marum op osm, grasland op foto
39	1	2,47403	from TOP10NL	Oldambt	7,05324425	53,13535	Y	Y	Y	Y	zp Winschoten, op foto en osm. Zuidelijk deel
41	1	15,1758	new detected	Tynaarlo	6,581640214	53,12356	Y	Y	n	Y	Groningen Airport Eelde, a b, c, niet op foto, wel osm
42	1	2,84497	new detected	Pekela	7,024137225	53,10273	Y	Y	n	Y	zp Aa Stroom, akker of foto, wel op osm
43	1	3,51485	new detected	Opsterland	6,182742991	53,09903	Y	Y	n	n	Osm zp Ureterp, maisveld op foto, ook op sat.
44	0	3,99616	new detected	Tynaarlo	6,631741142	53,08888	Y	Y	n	n	Zandafgraving, drijvend zonnepark, niet op foto, niet op osm
45	1	15,7005	from TOP10NL	Veendam	6,875009115	53,08794	Y	Y	Y	Y	zonnepark Veendam, niet helemaal op osm
47	1	1,32923	from TOP10NL	Texel	4,774229545	53,07665	Y	Y	Y	Y	RWZI Everstekeog. Op foto en osm, inclusief drijvende deel.
48	1	5,05874	from TOP10NL	Ooststellingwerf	6,325760224	53,06856	Y	Y	Y	n	zp Haulerwijk. Op foto, akker op osm.
50	1	2,65652	from TOP10NL	Aa en Hunze	6,782430424	53,06461	Y	Y	Y	n	Achter boerderij, niet op osm, Hunzeweg Nieuw Annerveen
51	2	1,03922	from TOP10NL	Assen	6,568008538	53,05691	Y	Y	Y	n	zp Ubbena wel op foto, niet op osm
52	1	2,00058	new detected	Súdwest-Fryslân	5,6254526	53,01622	Y	Y	n	n	zp Bedrijventerrein Ijst, grasland op foto. Niet op osm
53	1	2,03027	from TOP10NL	Ooststellingwerf	6,245389601	53,01498	Y	Y	Y	n	zp Haulerwijk. Op foto, akker op osm.
54	1	65,7225	new detected	Stadskanaal	6,941702214	53,00838	Y	Y	n	Y	zp Stadskanaal, akkers op foto, wel op osm
55	1	1,92707	new detected	Assen	6,522514922	53,00774	Y	?	n	n	Zeyerveen, 220 kV, Asserbos, akker op foto en osm, zp op sat.
57	1	17,6317	from TOP10NL	Stadskanaal	6,986789298	52,98279	Y	Y	Y	Y	zp bedrijventerrein Stadskanaal, op foto en op osm
58	1	83,9727	new detected	Vlagtwedde	7,077561828	52,97871	Y	Y	n	Y	zp Vlagtwedde, akkers op foto, wel op osm
59	1	6,1982	new detected	Heerenveen	5,908848565	52,9749	Y	?	n	n	A7/A32 Heereveen, grasland op foto, niet op osm, zp op sat.
60	1	8,77856	from TOP10NL	Ooststellingwerf	6,305668522	52,97361	Y	Y	Y	Y	zp Venekoten fase 1 op osm, deels op foto
61	1	37,8004	new detected	Ooststellingwerf	6,305764594	52,96881	Y	Y	n	Y	zp Venekoten fase 2 op osm, grasland op foto
62	1	9,00714	from TOP10NL	Assen	6,526141157	52,96561	Y	Y	Y	Y	zonne parking TT Assen, op osm P
63	2	13,5048	from TOP10NL	Ooststellingwerf	6,356420848	52,9388	Y	Y	Y	Y	zp Hildenberg, Appelscha, op foto en osm

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm	
65	1	4,53633	new detected	Den Helder	4,750032866	52,93422	Y	?	n	n	niet op foto, niet op osm, achter stadhuis, bij sportvelden Den Helder, zp op sat
66	1	2,45323	new detected	Heerenveen	5,949440832	52,9278	Y	?	n	n	Bedrijventerein Nieuwe Schoot, grasland op foto, niet op osm
67	0	3,18777	new detected	Borger-Odoorn	6,91787149	52,92721	Y	Y	Y	Y	Drijvende zonnepanelen op vloeivelden 1e exloermond, water op foto en osm
69	1	1,43035	from TOP10NL	Borger-Odoorn	6,943315456	52,90846	Y	Y	Y	Y	zp 2e Exloermond, zp Drenthe op osm, ook op foto.
70	2	3,8876	from TOP10NL	Weststellingwerf	6,150957425	52,89265	Y	Y	n	Y	zp Noordwolde op osm, niet op foto
71	2	4,0461	from TOP10NL	Weststellingwerf	5,977995751	52,88261	Y	Y	n	Y	zp Wollega op osm, niet op foto
72	1	2,87502	new detected	Schagen	4,752141471	52,84629	Y	?	n	n	parallelleweg 45, 47, watervogelwekerij?
74	1	1,52263	new detected	Schagen	4,734348217	52,80686	Y	Y	n	Y	RWZI De Stolpen, niet op foto, wel op osm
75	1	2,30329	new detected	Hollands Kroon	5,033574378	52,79067	Y	?	n	n	Tennetterrein, niet op foto, niet op osm
76	0	1,39622	new detected	Hollands Kroon	5,058944266	52,77346	Y	?	n	n	Tennetterrein, Medemblikkersluisweg. Drijvend? Niet op foto, niet op osm
77	1	3,94029	from TOP10NL	Hollands Kroon	5,078906574	52,77106	Y	Y	Y	Y	Middenmeer, heel veel groter dan Kadaster op osm, op foto in aanbouw
79	1	7,04854	new detected	Emmen	6,943812943	52,75298	Y	?	n	n	chem. Industrie, grasland op foto en osm
80	1	9,73562	new detected	Noordoostpolder	5,836898644	52,75248	Y	?	n	n	Luttergeest, akker op foto en osm, oosterringweg 31
81	1	2,14746	from TOP10NL	Midden-Drenthe	6,58490765	52,74838	Y	?	n	n	zp Kloosterman op osm, akker op foto
82	1	3,91645	new detected	Hoogeveen	6,458761224	52,74575	Y	?	n	n	Hoogeveen, grasland en akker op foto, niet op osm
83	1	3,2858	from TOP10NL	Noordoostpolder	5,870500073	52,74422	Y	?	n	n	grasland op foto en osm, Luttegeest. Weteringweg 16
84	2	16,534	from TOP10NL	Emmen	7,032382919	52,74367	Y	Y	Y	Y	zp De Lange Ronde op osm, ook op foto
86	1	37,2368	from TOP10NL	Emmen	6,955491355	52,74177	Y	Y	n	Y	Zonnepark Orangepoort op osm, akker of foto
87	1	9,95314	from TOP10NL	Medemblik	5,229727589	52,73733	Y	Y	n	Y	Andijk. Grasland op foto, wel op osm.
88	1	9,26016	from TOP10NL	Emmen	7,032035387	52,73715	Y	Y	n	Y	zp Pitrus op osm, akker op foto
91	1	1,41951	new detected	Hollands Kroon	4,850284382	52,73068	Y	?	n	n	kV De Weel, bouwterrein op foto, niet op osm (wel naam)
92	1	6,24259	new detected	Medemblik	5,079536532	52,72257	Y	?	n	n	Midwoud, grasland op foto en osm. Naast sportveld.
93	1	13,9182	from TOP10NL	Noordoostpolder	5,784480507	52,7223	Y	Y	Y	Y	zp Emmeloord, op foto en osm.
94	1	9,91562	new detected	Hoogeveen	6,543048305	52,71644	Y	?	n	n	akker op foto, niet op osm. Zp Noordscheschut/A37
95	1	1,95908	new detected	Noordoostpolder	5,785409454	52,71634	Y	Y	n	n	Bedrijventerein, grasland op foto en bedrijven op osm, wel sat.
96	1	27,3351	new detected	Hoogeveen	6,455688261	52,69836	Y	Y	n	Y	zp Oosterveld op osm, akker op foto
97	1	2,24866	new detected	Schagen	4,733072863	52,6957	Y	Y	Y	Y	zp RWZI Geestmerambacht op osm, deels op foto
98	1	0,368897	from TOP10NL	Meppel	6,256962797	52,6893	Y	Y	n	Y	zp Rogat op osm, akker op foto.
99	2	7,93579	from TOP10NL	Heerhugowaard	4,844286151	52,6888	Y	Y	n	Y	zp De Vaandel, Heerhugowaard op osm, akker op foto
101	1	1,43378	new detected	Noordoostpolder	5,761412317	52,68467	Y	?	n	n	kV 110 Emmeloord Zuidervaart op luchtfoto

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm
102	2	9,0782	new detected	Coevorden	6,721129502	52,66994	Y	Y	n	Y
103	1	6,60347	new detected	Coevorden	6,71616603	52,66413	Y	Y	n	Y
104	1	2,31485	from TOP10NL	Bergen (NH.)	4,719583867	52,65847	Y	Y	Y	Y
105	1	6,44388	new detected	Coevorden	6,683079624	52,65699	Y	Y	n	Y
106	1	0,993874	new detected	Hardenberg	6,631545947	52,63552	Y	?	n	n
107	1	0,913687	new detected	Schermer	4,797153273	52,63531	Y	?	n	n
109	1	1,88124	new detected	Hardenberg	6,551639257	52,61083	Y	?	n	n
110	1	1,72252	new detected	Hardenberg	6,496761167	52,59949	Y	?	n	n
111	1	1,93348	from TOP10NL	Alkmaar	4,754585047	52,59789	Y	Y	n	Y
112	1	3,82111	from TOP10NL	Lelystad	5,530945813	52,57797	Y	?	n	n
113	1	1,38188	new detected	Lelystad	5,515545382	52,56354	Y	Y	n	Y
114	1	29,727	from TOP10NL	Lelystad	5,523654563	52,55987	Y	Y	n	Y
115	1	3,91529	new detected	Hardenberg	6,52936569	52,55491	Y	?	n	n
118	0	15,4009	new detected	Zwolle	6,150878554	52,54503	Y	Y	n	Y
119	1	2,53662	new detected	Ommen	6,483329594	52,5438	Y	?	n	n
121	1	3,10106	from TOP10NL	Zwolle	6,181843329	52,53385	Y	Y	n	Y
122	1	2,87693	new detected	Zwolle	6,183596349	52,53169	Y	Y	n	Y
124	2	10,1917	from TOP10NL	Purmerend	5,00492975	52,52365	Y	Y	Y	Y
125	1	19,9288	new detected	Lelystad	5,580813363	52,52075	Y	Y	n	Y
126	1	5,42669	from TOP10NL	Zwolle	6,136207142	52,50585	Y	?	n	n
127	1	3,34934	new detected	Hardenberg	6,677685134	52,49442	Y	?	n	n
128	0	7,92171	new detected	Zwolle	6,140867486	52,4836	Y	Y	n	Y
129	1	2,74825	from TOP10NL	Lelystad	5,531193828	52,4767	Y	Y	n	Y
131	1	2,12317	new detected	Beverwijk	4,679364299	52,47314	Y	Y	Y	n
132	1	2,1081	from TOP10NL	Veisen	4,629977655	52,4731	Y	Y	n	Y
133	1	2,31094	from TOP10NL	Zwolle	6,113054592	52,46981	Y	Y	Y	Y
134	1	11,3605	new detected	Zwolle	6,12276071	52,46092	Y	?	n	n
135	1	5,36057	new detected	Twenterand	6,537805744	52,45672	Y	?	n	n
137	1	2,96207	from TOP10NL	Dronten	5,686868627	52,42646	Y	Y	n	Y

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm
138	1	24,6408	from TOP10NL	Almere	5,243159096	52,4202	Y	Y	n	Y
										zp Zuyderzon, akker op foto, wel op osm
139	1	0,747619	from TOP10NL	Amsterdam	4,801318728	52,4142	Y	Y	n	Y
										RWZI Westpoort, braak op foto, wel in osm
140	1	13,887	from TOP10NL	Twenterand	6,640327562	52,41016	Y	Y	n	Y
										zp Oosterweilanden, Almelse weg Oost op osm, vnl grasland op foto
141	1	0,947358	from TOP10NL	Amsterdam	4,843322339	52,40767	Y	Y	n	Y
										Centrale Hemweg 10, waterzuivering, gras op foto, wel op osm
142	1	0,837585	from TOP10NL	Almere	5,248562041	52,40155	Y	Y	n	Y
										Zuiderland afvalwater zuiveringsinstallatie, op foto in aanbouw op gras, osm wel.
143	1	1,38542	new detected	Amsterdam	4,776813395	52,39857	Y	?	n	n
										RWZI Amsterdam West, gras op foto, bedrijven op osm
145	1	1,85424	from TOP10NL	Almere	5,184553685	52,38403	Y	Y	Y	Y
										Nuon Zoneiland, op foto en osm
146	1	36,7323	from TOP10NL	Almelo	6,644314727	52,38009	Y	Y	n	Y
										Weidehoeve/Aadorp, akker op foto, op osm zp Aadijk
147	1	4,41689	from TOP10NL	Wierden	6,599717128	52,37752	Y	Y	Y	Y
										Weusteweg, op foto en osm, zp de Groene Weuste
149	1	3,36139	from TOP10NL	Raalte	6,289353496	52,33444	Y	Y	n	Y
										zp Heeten op osm, akker op foto
150	1	0,171036	from TOP10NL	Raalte	6,284489005	52,3299	Y	Y	Y	Y
										zp centrum Heeten, op foto en op osm
151	1	1,05036	from TOP10NL	Haarlemmermeer	4,749990226	52,32719	Y	Y	Y	Y
										zonnekruidweg bij P, panelen op foto en osm
152	1	44,3779	from TOP10NL	Haarlemmermeer	4,716716645	52,30044	Y	Y	Y	Y
										zp Groene Hoek, Hoofddorp, in aanbouw op foto, volledig op osm
153	1	12,1324	new detected	Rijssen-Holten	6,469432055	52,29677	Y	Y	n	Y
										Zunneweide Riessen, niet op foto, wel op osm
156	1	5,1798	from TOP10NL	Wijdmeren	5,088713941	52,25703	Y	Y	Y	Y
										RWZI Watermet Horstermeer, op foto en osm
158	1	0,013682	from TOP10NL	Putten	5,570468538	52,25026	Y	Y	n	n
										Twee rijen van 2*portret, op foto, niet op osm
159	1	6,85798	new detected	Hof van Twente	6,583305921	52,2473	Y	?	n	n
										Holdijk 23, gras en akker of foto, niet op osm.
161	2	4,09962	from TOP10NL	Apeldoorn	6,008579412	52,24148	Y	Y	Y	Y
										Apeldoorn A50, op foto en gedetailleerd op osm
162	2	22,6509	from TOP10NL	Enschede	6,777150501	52,23488	Y	Y	n	Y
										Twence, niet op foto, als zp Boeldershoek-West op osm
164	1	6,39303	from TOP10NL	Eemnes	5,250396036	52,22758	Y	Y	n	Y
										zonneweide Eemnes, grasland op foto, wel op osm
165	1	4,11318	from TOP10NL	Enschede	6,791287997	52,22749	Y	Y	Y	Y
										zp Tienbunderweg, op foto en osm
166	1	32,7259	new detected	Voorst	6,131453728	52,22302	Y	?	n	n
										zp Wilp/Twello langs A1, akker op foto, niet op osm
167	1	0,032228	from TOP10NL	Nijkerk	5,512546981	52,21058	Y	Y	Y	n
										Veldje bij Klinkenbergh, Barneveldseweg 132, wel op foto, niet op osm
168	1	2,11858	from TOP10NL	Katwijk	4,440685399	52,20504	Y	Y	Y	n
										AWZI Katwijk, wel op foto, gras op osm
169	1	2,0589	new detected	Nieuwkoop	4,738808309	52,20208	Y	?	n	n
										Nieuwveens Jaagpad 8/9 Nieuwveen, gras op foto en osm
170	1	4,13493	new detected	Lochem	6,450583605	52,17135	Y	Y	n	Y
										zp Armhoede, niet op foto, wel op osm veel groter dan eigen detectie
172	1	1,75964	new detected	Lochem	6,391105282	52,1642	Y	?	n	n
										kanaaldijk, gras op foto en op osm
173	1	2,63614	new detected	Zutphen	6,193374572	52,16391	Y	?	n	?
										Circulus?, braak op foto, osm?
174	1	3,20358	from TOP10NL	Zutphen	6,211029984	52,15573	Y	Y	Y	Y
										zp Noordveen, op foto en op osm
175	1	6,96989	new detected	Zutphen	6,230267237	52,12142	Y	?	n	n
										langs rondweg, akker op foto, gras op osm

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm
176	2	6,30101	from TOP10NL	Oost Gelre	6,6100974	52,06571	Y	Y	Y	n
177	1	4,7829	from TOP10NL	Nieuwegein	5,079383335	52,06055	Y	Y	Y	Y
178	2	7,0526	from TOP10NL	Bronckhorst	6,309244496	52,05798	Y	Y	Y	Y
179	1	4,22178	from TOP10NL	Nieuwegein	5,1111754144	52,02482	Y	Y	Y	Y
180	1	6,99185	new detected	Zuidplas	4,624249968	52,0084	Y	?	n	n
182	1	2,09653	new detected	Houten	5,21654183	51,99874	Y	?	n	n
183	2	1,20749	from TOP10NL	Duiven	6,009011458	51,97453	Y	Y	Y	Y
184	1	1,09445	new detected	Vianen	5,072783321	51,97077	Y	?	n	n
185	1	1,43056	from TOP10NL	Duiven	6,015844794	51,96995	Y	Y	Y	Y
186	1	1,49082	new detected	Rotterdam	4,064190056	51,96881	Y	?	n	n
187	1	2,08359	from TOP10NL	Arnhem	5,854107629	51,96487	Y	Y	n	n
188	0	1,6382	from TOP10NL	Lingewaard	5,902564834	51,9263	Y	Y	Y	Y
189	2	1,63324	from TOP10NL	Buren	5,470216166	51,92309	Y	Y	Y	Y
191	1	14,3558	new detected	Lingewaard	5,900072373	51,91409	Y	?	n	n
192	0	0,536378	new detected	Rotterdam	4,532185184	51,90589	Y	?	n	n
194	2	6,43564	from TOP10NL	Montferland	6,325809419	51,89024	Y	Y	Y	Y
195	0	0,556886	new detected	Oude IJsselstreek	6,338056421	51,87723	Y	?	n	n
197	1	3,10438	new detected	West Maas en Waal	5,516164184	51,87218	Y	?	n	n
198	2	15,2306	from TOP10NL	Geldermalsen	5,326288821	51,86693	Y	Y	Y	Y
199	1	3,31883	new detected	Albrandswaard	4,448088112	51,86499	Y	Y	n	Y
200	1	6,06259	new detected	Beuningen	5,737641362	51,85842	Y	Y	n	Y
202	1	2,95167	from TOP10NL	Nijmegen	5,835464352	51,85645	Y	Y	Y	Y
204	1	1,18434	new detected	Gorinchem	5,009757602	51,83643	Y	Y	Y	n
205	1	6,46566	from TOP10NL	Dordrecht	4,739668992	51,8188	Y	Y	n	Y
206	1	1,20493	from TOP10NL	Goeree-Overflakkee	3,906452192	51,81488	Y	Y	Y	Y
208	2	12,8014	from TOP10NL	Goeree-Overflakkee	4,036277334	51,77307	Y	Y	Y	Y
209	1	33,4191	new detected	Goeree-Overflakkee	4,198818737	51,75536	Y	?	n	n
210	1	9,40118	from TOP10NL	Dordrecht	4,634906716	51,74543	Y	Y	n	Y
211	1	2,35811	new detected	's-Hertogenbosch	5,280522236	51,71864	Y	?	n	n

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm
212	1	0,834976	from TOP10NL	Waalwijk	5,075922224	51,7078	Y	Y	n	Y
										ecopark Waalwijk op osm, op foto grof begrensd
213	2	35,7153	from TOP10NL	Goeree-Overflakkee	4,343152464	51,69287	Y	Y	Y	Y
										zp Ooltgensplaat, op foto en osm in detail
214	1	1,64122	from TOP10NL	Moerdijk	4,576363976	51,6891	Y	Y	n	Y
										zp moerdijk, braak op foto, wel op osm
216	1	1,45615	new detected	Moerdijk	4,539052103	51,68568	Y	Y	n	Y
										zp moerdijk klein, braak op foto, wel op osm
217	1	0,073378	from TOP10NL	Heusden	5,185416464	51,68567	Y	?	n	Y
										Vaartweg 1 Vlijmen, tuin op foto en osm
218	1	20,3032	new detected	Moerdijk	4,547931303	51,68531	Y	Y	n	Y
										zp Moerdijk groot, braak bedrijventerrein op foto, groot park op osm.
219	1	1,89007	new detected	's-Hertogenbosch	5,34561656	51,67406	Y	?	n	n
										Kloosterstraat, akker op foto, niet op osm
220	1	8,60952	new detected	Gennep	6,009393047	51,66813	Y	?	n	n
										Beekweg 5, Heijen. Braak op foto en osm
221	1	12,2668	from TOP10NL	Uden	5,670496831	51,65002	Y	Y	Y	Y
										zp Hoogveld Zuid Uden, in aanbouw op foto, ook op osm
224	2	10,9089	from TOP10NL	Schouwen-Duiveland	3,916166737	51,6391	Y	Y	n	Y
										zp Zierikzee, braak op foto, wel op osm
225	1	2,40363	from TOP10NL	Veghel	5,565174819	51,63805	Y	Y	n	Y
										zp korenstreek, Veghel. Grasland op foto, wel op osm
228	1	2,48413	from TOP10NL	Haaren	5,188855422	51,61821	Y	Y	n	Y
										Paardendraf 9, Biezenmortel, gras op foto, zp zonder naam op osm
229	1	1,4545	new detected	Boekel	5,68857655	51,60934	Y	?	n	n
										Zijp 1 a, Boekel, akker op foto, en op osm
230	1	2,87454	new detected	Boekel	5,694422748	51,60108	Y	?	n	n
										Statenweg 2, Boekel, akker op foto en osm
231	1	1,3152	new detected	Boekel	5,720081003	51,60069	Y	?	n	n
										Hoekstraat 3, Boekel, grasland op foto, akker op osm
232	1	1,96097	from TOP10NL	Breda	4,746766844	51,59869	Y	Y	Y	Y
										Zonnewijde Breda, op foto en osm
234	1	0,138635	from TOP10NL	Steenbergen	4,327840963	51,58215	Y	Y	Y	n
										krommeweg 2 Steenbergen, wel op foto, niet op osm, tennisbanen
236	1	2,60679	new detected	Halderberge	4,487751564	51,56634	Y	?	n	n
										Oude Roosendaalsebaan, Roosendaal. Braak op foto en osm
237	0	1,15369	new detected	Steenbergen	4,287186688	51,56512	Y	?	n	n
										wateropvang Steenbergen. Drijvende panelen? Gras op osm
239	1	0,020049	from TOP10NL	Oisterwijk	5,225369217	51,55505	Y	?	n	n
										Oirschotsebaan 4, Oisterwijk, gras op foto en osm
240	1	0,18011	from TOP10NL	Venray	5,987560665	51,55105	Y	Y	n	Y
										RWZI Venray, metaalweg 3, niet op foto, wel op osm
241	1	0,375064	from TOP10NL	Oisterwijk	5,224248695	51,5489	Y	?	n	n
										Franse Baan 5, Heikant, braak bij camping op foto, gras op osm
242	1	0,156103	from TOP10NL	Son en Breugel	5,431663142	51,52833	Y	?	n	n
										Achterste Heistraat 15, Best, bos op osm, ? Op foto
243	2	15,9257	new detected	Tholen	4,186663632	51,51596	Y	Y	n	Y
										zp Ceresweg Tholen, akker of foto, wel op osm
244	1	2,18659	from TOP10NL	Goes	3,778447676	51,4979	Y	Y	n	Y
										zp Vlaamseweg, niet op foto, wel op osm
245	1	3,5834	new detected	Veere	3,550570216	51,49294	Y	Y	n	Y
										zp Koudekerke, gras op foto, wel op osm
246	1	4,5852	from TOP10NL	Best	5,426147033	51,49289	Y	Y	n	Y
										zonneveld Best, akker of foto, wel op osm
247	1	0,274685	from TOP10NL	Helmond	5,686455876	51,48544	Y	?	n	n
										Scheidijk Helmond, gras op foto, ? Op osm
249	1	18,8834	from TOP10NL	Vlissingen	3,694914283	51,47924	Y	Y	Y	Y
										zp Vlissingen Scaldia 1, aanbouw op foto, ook op osm
250	1	14,3907	from TOP10NL	Middelburg	3,621583498	51,47809	Y	Y	Y	Y
										zp Middelburg, op foto en osm, helemaal vol.
251	1	7,56758	from TOP10NL	Borsele	3,726161673	51,47047	Y	Y	Y	Y
										zp Vlissingen Scaldia 2, aanbouw op foto, ook op osm

ID	Verzameling	Area [ha]	Origin	Municipality	Longitude	Latitude	Map	Real sp?	Foto	Osm	
254	1	10,5964	from TOP10NL	Borsele	3,742975164	51,45197	y	y	y	y	zp Vlissingen Scaldia 3, aanbouw op foto, ook op osm
255	1	9,94414	from TOP10NL	Borsele	3,732617833	51,45156	y	y	y	n	zp drieklauwenweg, in aanbouw op foto, niet op osm
256	1	5,45033	from TOP10NL	Deurne	5,79141066	51,44863	y	y	n	y	zp De Vlaas, gras op foto, wel op osm
257	2	2,44615	from TOP10NL	Eindhoven	5,395720716	51,44741	y	y	n	y	zp Welschap, Eindhoven, nog niet op foto, wel op osm
258	1	18,9919	new detected	Borsele	3,717653074	51,43748	y	y	n	y	Italleweg, havengebied Vlissingen, braak op foto, niet op osm
259	1	0,326451	from TOP10NL	Eersel	5,314383548	51,43476	y	y	y	n	Merenweg in het bos, wel op foto, niet op osm, daar gras.
260	1	1,03897	new detected	Veldhoven	5,378894047	51,43236	y	y	n	y	zp Voorraad, gras op foto, wel op osm
261	1	9,62678	from TOP10NL	Reimerswaal	4,240404218	51,41554	y	y	n	y	zp Rilland, akker op foto, wel op osm
262	1	6,57823	from TOP10NL	Reimerswaal	4,249912348	51,40041	y	y	n	y	zp rwzi Bath, braak op foto, wel op osm
264	1	2,06546	from TOP10NL	Asten	5,771118884	51,38308	y	?	n	n	zp Heusden? Gras op foto en osm
265	1	5,55761	from TOP10NL	Venlo	6,153023626	51,38104	y	y	n	y	RWZI Venlo, kale grond op foto, deels wel op osm
267	1	0,995161	new detected	Terneuzen	3,776092716	51,33233	y	?	n	n	150kV Terneuzen, transformatoren op foto en osm
269	1	2,7056	from TOP10NL	Terneuzen	3,748991274	51,29468	y	?	n	n	Philippine-Stelleweg,, bouwterrein op foto, ? Op osm
270	0	1,8338	new detected	Weert	5,71801462	51,28198	y	?	n	n	sint Sebastiaanskapelstraat 9/11. waterbasin op osm en gras, erf en gras op foto
271	0	2,84282	new detected	Terneuzen	3,858812847	51,25317	y	?	n	n	waterbasin bij nieuwe kas. Met drijvende panelen? Niet op foto of osm
273	2	48,5118	from TOP10NL	Cranendonck	5,617366039	51,2348	y	y	n	y	Nyrstar Budel, nog braak op foto, wel op osm
274	1	0,410585	from TOP10NL	Roermond	5,986222727	51,22069	y	y	n	y	RWZI, gras op foto, wel op osm
276	1	3,3802	new detected	Roermond	5,956948372	51,16642	y	?	n	n	zp Solvay?, niet op foto en niet op osm
277	1	1,35307	new detected	Echt-Susteren	5,835645776	51,05963	y	y	n	y	RWZI Susteren, nog niet op foto, wel op osm
278	1	3,77882	new detected	Sittard-Geleen	5,800442197	50,98911	y	y	n	y	zp Louisgroeve, gras op foto, wel op osm
279	1	0,480699	from TOP10NL	Heerlen	5,969603919	50,89275	y	y	y	n	Parkeerplaats mijnmuseum en belastingdienst, panelen wel op foto, niet op osm
280	1	8,01264	new detected	Maastricht	5,676516313	50,87146	y	?	n	n	zp Belvedereberg? Braak op foto, ? Op osm
281	1	1,62714	new detected	Kerkrade	6,035971701	50,86954	y	?	n	n	Tunnelweg 100, Kerkrade, gras op foto en osm, bij tennisbaan
282	1	0,597698	from TOP10NL	Maastricht	5,713975186	50,81596	y	y	n	y	RWZI Maastricht, gras op foto, wel op osm

Bijlage 9 Flora per zonnepark

Per zonnepark staan alle waargenomen soorten in onderstaande tabel. In kolom 2 staat het aantal uurhokken in Nederland waar de soort in 2012 voorkwam (Basisrapport Rode Lijst Vaatplanten 2012). Van cultuurgewassen of niet-inheemse ingezaaide soorten zijn deze gegevens niet bekend (dan is die cel leeg).

Aantal soorten	Wetenschappelijke naam	Apeldo	Appels	Azewij	Budel	Coevor	Duiven	Eindho	Emmen	Fränk	Gelder	Grenl	Heerhu	Hengel	Kweker	Lende	Marum	Mellisa	Noord	Oltge	Purmer	Renku	Tholen	Ubbena	Wolveg	Zieritz	Nederlandse naam
2012 Aantal uurhokken																											
	Acer campestre	5	7	1											1	1											Spanse aak
	Acer pseudoplatanus	1267													1												Gewone esdoorn
	Achillea millefolium	1497	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Gewoon duizendblad
	Agrostis capillaris	1326	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Gewoon struisgras
	Agrostis stolonifera	1454	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Fioringras
	Aira caryophylla	543			1			1																			Zilverhaver
	Alisma plantago-aquatica	1268	1																								Grote waterweegbree
	Alliaria petiolata	1152										1															Look-zonder-look
	Ainus glutinosa	1367									1																Zwarte els
	Alopecurus geniculatus	1244			1	1			1	1	1	1	1	1													Geknikte vossenstaart
	Alopecurus pratensis	1166				1			1	1	1	1	1	1							1	1	1	1	1	1	Grote vossenstaart
	Amaranthus retroflexus	477			1																						Papegaaienkruid
	Anagallis arvensis s. arvensis	569							1	1	1	1	1	1				1	1								Rood guichelheil
	Anisantha sterilis	1024																1	1								IJle dravik
	Anthemis tinctoria	129																					1				Gele kamille
	Anthoxanthum odoratum	1276					1								1												Gewoon reukgras
	Anthriscus sylvestris	1464	1	1	1	1						1	1	1				1	1								Fluitenkruid
	Arctium lappa	482								1																	Grote klit
	Arctium minus s.l.	1241													1												Gewone klit
	Arrhenatherum elatius	1395			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	1	1	1	Glanshaver

Aantal soorten	2012 Aantal uurhokken	Apeldo	7 Appels	6 Azewij	9 Budel	6 Coevor	7 Duiven	8 Eindh	5 Emmen	5 Franek	9 Gelder	8 Groenl	8 Heerhu	8 Hengel	1 Kveker	4 Lende	5 Marum	6 Mellisa	2 Noord	6 Ooltge	7 Purmer	5 Renku	3 Tholen	6 Ubena	5 Wolveg	7 Zierikz	Nederlandse naam
Artemisia vulgaris	1394	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Bijvoet
Aster tripolium	274																									1	Zulte
Athyrium filix-femina	795						1	1																			Wijfjesvaren
Atriplex patula	1113				1								1														Uitstaande melde
Atriplex prostrata	1250																									1	Spiesmeide (var. prostrata)
Avena sativa																											Haver
Barbarea vulgaris	618				1																						Gewoon barbarakruid
Bellis perennis	1436									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		Madeliefje
Berberis vulgaris	112														1												Zuurbes
Betula pendula	1152	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		Ruwe berk
Betula pubescens	1023	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		Zachte berk
Bidens tripartita	957	1	1		1							1															Veerdelig tandzaad
Brassica napus	839																										Koolzaad
Brassica rapa	655																										Raapzaad
Bromus hordeaceus	1415	1																1	1								Zachte dravik s.l.
Buddleja davidii													1														Vlinderstruik
Calamagrostis epigejos	968				1								1														Duinriet
Calendula officinalis					1																						Tuingoudsbloem
Callitriche platycarpa	597	1																									Gewoon sterrenkroos
Calluna vulgaris	721				1																						Struikhei
Campanula rotundifolia	514																										Grasklokje
Capsella bursa-pastoris	1452					1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		Gewoon herderstasje
Cardamine hirsuta	1357	1											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		Kleine veldkers
Cardamine pratensis	1375	1																									Pinksterbloem
Carduus crispus	927						1				1	1															Kruidistel
Carex hirta	1256				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		Ruige zegge
Carex otrubae	805																										Valse voszegge
Carex spicata	431																										Gewone bermzegge
Carpinus betulus	628																										Haagbeuk
Centaurea cyanus	449																										Korenbloem

Aantal soorten	2012 Aantal uurhokken	Apeldo	Appels	Azewij	Budel	Coevor	Duiven	Eindho	Emmen	Franeke	Gelder	Groenl	Heerhu	Hengel	Kveker	Lende	Marum	Mellisa	Noord	Ooltge	Purmer	Renku	Tholen	Ubena	Wolveg	Zierikz	Nederlandse naam
<i>Centaurea jacea</i>	988				1		1	1			1			1	1							1	1	1	1	1	Knoopkruid
<i>Centaureum erythraea</i>	374			1	1		1																				Echt duizendguldenkruid
<i>Cerastium arvense</i>	761						1																				Akkerhoornbloem
<i>Cerastium fontanum</i>	1507	1	1	1	1		1	1				1		1			1			1			1	1	1	1	Gewone en Glanzende hoornbloem
<i>Cerastium glomeratum</i>	1253											1					1			1			1	1	1	1	Kluwenhoornbloem
<i>Chenopodium album</i>	1407		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Melganzenvoet
<i>Chenopodium rubrum</i>	806							1		1	1		1							1	1		1	1	1	1	Rode ganzenvoet
<i>Cichorium intybus</i>	633								1		1		1	1	1	1				1	1		1	1	1	1	Wilde cichorei
<i>Cirsium arvense</i>	1510	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Akkerdistel
<i>Cirsium vulgare</i>	1455	1		1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1				1	1		1	1	1	1	Speerdistel
<i>Convolvulus arvensis</i>	899								1				1														Akkerwinde
<i>Convolvulus sepium</i>	1393								1		1		1						1	1				1	1	1	Haagwinde
<i>Conyza canadensis</i>	1382	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Canadese fijnstraal
<i>Coriandrum sativum</i>																				1							Koriander
<i>Coronopus didymus</i>	802	1							1		1																Kleine varkenskers
<i>Coronopus squamatus</i>	458											1															Grove varkenskers
<i>Corylus avellana</i>	1106											1															Hazelaar
<i>Corynephorus canescens</i>	446			1																							Buntgras
<i>Cosmos bipinnatus</i>																							1				Cosmos
<i>Crassula helmsii</i>												1															Watercrassula
<i>Crataegus monogyna</i>	1358										1	1		1	1												Eenstijlige meidoorn
<i>Crepis capillaris</i>	1302	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Klein streepzaad
<i>Cynodon dactylon</i>	149																						1				Handjesgras
<i>Cynosurus cristatus</i>	726											1															Kamgras
<i>Cytisus scoparius</i>	768		1									1															Brem
<i>Dactylis glomerata</i>	1497	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Kropaar
<i>Datura stramonium</i>	522																			1							Doornappel
<i>Daucus carota</i>	1102	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Peen
<i>Deschampsia flexuosa</i>	678																										Bochtige smele
<i>Digitalis purpurea</i>	840	1													1												Gewoon vingerhoedskruid

Aantal soorten	2012 Aantal uurhokken	Apeldo	Appels	Azewij	Budel	Coevor	Duiven	Eindho	Emmen	Franeke	Gelder	Groenl	Heerhu	Hengel	Kveker	Lende	Marum	Mellisa	Noord	Ooltge	Purmer	Renku	Tholen	Ubbena	Wolveg	Zierikz	Nederlandse naam
Diplotaxis tenuifolia	499				1				1				1								1						Grote zandkool
Dipsacus fullonum	755		1			1					1									1	1						Grote kaardebol
Dryopteris filix-mas	996		1												1							1	1				Mannetjesvaren
Echinochloa crus-galli	1249	1	1		1			1	1	1			1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	Hanenpoot
Echium vulgare	333												1	1	1					1		1					Slangenkruid
Elytrigia repens	1464	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	Kweek
Epiobium hirsutum	1407				1			1	1	1	1		1	1	1					1	1						Harig wilgenroosje
Epiobium montanum	639												1														Bergbasterdwederik
Epiobium parviflorum	1224								1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	Viltige basterdwederik
Epiobium tetragonum	1233	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	Kantige basterdwederik s.l.
Equisetum arvense	1431	1			1					1			1	1	1									1			Heermoes
Equisetum palustre	948				1	1	1	1					1	1	1												Lidrus
Erigeron annuus	352				1								1														Zomerfijnstraal
Erodium cicutarium s. cicutarium	743		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								1	1	1			Gewone reigersbek s.s.
Euonymus europaeus	760													1	1												Wilde kardinaalsmuts
Eupatorium cannabinum	1247			1														1	1		1						Koninginnenkruid
Euphorbia helioscopia	782								1									1	1						1		Kroontjeskruid
Fagopyrum esculentum																						1	1				Boekweit
Fallopia baldschuanica														1													Chinese bruidsluier
Fallopia dumetorum	437						1							1													Heggenduizendknoop
Festuca arundinacea	1161		1						1	1										1			1		1		Rietzwenkgras
Festuca ovina	150				1																						Genaald schapengras
Festuca rubra	1493	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Rood zwenkgras s.s.
Foeniculum vulgare																											Venkel
Fragaria vesca	260														1												Bosaardbei
Fraxinus excelsior	1310		1						1							1											Gewone es
Galeopsis tetrahit	1043					1									1												Gewone hennepnetel
Galinsoga parviflora	935				1				1				1	1	1									1	1	1	Kaal knopkruid
Galinsoga quadriradiata	1079				1				1				1	1	1												Harig knopkruid
Galium aparine	1489																										Kleefkruid

Aantal soorten	2012 Aantal uurhokken	Apeldo	Appels	Azewij	Budel	Coevor	Duiven	Eindho	Emmen	Franeke	Gelder	Groenl	Heerhu	Hengel	Kveker	Lende	Marum	Mellisa	Noord	Ooltge	Purmer	Renku	Tholen	Ubbena	Wolveg	Zierikz	Nederlandse naam
Jacobaea erucifolia	342															1				1						1	Vitig kruiskruid
Jacobaea vulgaris	1303	1	1		1	1	1	1	1		1		1	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1	Jakobskruiskruid s.l.
Jasione montana	556				1			1							1												Zandblauwtje
Juglans regia																											Okkernoot
Juncus articulatus	1314							1					1														Zomprus
Juncus bufonius	1337	1						1				1	1														Greppelrus
Juncus conglomeratus	1003				1			1	1			1		1	1						1						Biezenknoppen
Juncus effusus	1397	1	1		1	1			1	1		1	1	1	1						1					1	Pitrus
Juncus squarrosus	464														1												Trekrus
Juncus tenuis	813				1			1							1												Tengere rus
Lactuca serriola	996			1											1												Kompassia
Lamium album	1351	1				1																					Witte dovenetel
Lamium purpureum	1336	1								1		1	1						1								Paarse dovenetel s.s.
Lapsana communis	1273				1			1	1				1	1	1					1	1						Akkerkool
Larix decidua														1													Europese lork
Lathyrus pratensis	938										1																Veldlathyrus
Lemna minor	1338								1															1			Klein kroos
Leontodon autumnalis	1383				1	1			1				1	1	1							1	1	1	1	1	Vertakte leeuwentand
Leontodon saxatilis	881				1			1	1		1	1			1					1		1					Kleine leeuwentand
Leucanthemum vulgare	1017			1				1	1	1	1	1	1	1	1							1		1			Gewone margriet
Linaria vulgaris	1186					1		1	1		1	1	1	1	1										1		Viasbekje
Linum usitatissimum																				1			1	1			Vias
Lobularia maritima																											Zilverchildzaad
Lolium multiflorum	937												1							1							Italiaans raigras
Lolium perenne	1482	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Engels raigras
Lotus corniculatus s.s.	754				1				1					1	1	1	1							1			Gewone rolklaver
Lotus glaber	180																										Smalle rolklaver
Lotus pedunculatus	1174														1												Moerasrolklaver
Lupinus polyphyllus	305																										Vaste lupine
Luzula campestris	1044							1																			Gewone veldbies

Aantal soorten	2012 Aantal uurhokken	Apeldo	7 Appels	6 Azewij	9 Budel	6 Coevor	7 Duiven	8 Eindh	5 Emmen	5 Franek	9 Gelder	8 Groenl	8 Heerhu	8 Hengel	1 Kveker	4 Lende	5 Marum	6 Mellisa	2 Noord	6 Ooltge	7 Purmer	5 Renku	3 Tholen	6 Ubena	5 Wolveg	7 Zierikz	Nederlandse naam
								1																			Eenjarige hardbloem
<i>Scleranthus annuus</i>	524																										Knopig helmkruid
<i>Scrophularia nodosa</i>	932		1													1											Blauw glijdkruid
<i>Scutellaria galericulata</i>	993								1																		Bezemkruid
<i>Senecio inaequidens</i>	1406				1	1	1	1					1	1	1					1	1						Klein kruiskruid
<i>Senecio vulgaris</i>	385																										Geelrode naalbaar
<i>Setaria pumila</i>	168									1																	Blauw walstro
<i>Sherardia arvensis</i>	1075																							1			Dagkoekoeksbloem
<i>Silene dioica</i>	929											1												1			Avondkoekoeksbloem
<i>Silene latifolia s. alba</i>	338																										Blaasillene
<i>Silene vulgaris</i>	1064				1	1	1			1			1														Herik
<i>Sinapis arvensis</i>	1370	1	1	1							1		1							1							Gewone raket
<i>Sisymbrium officinale</i>	1304	1	1	1	1	1				1			1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	Zwarte en Beklierde nachtschade
<i>Solanum nigrum s. nigrum</i>																			1								Aardappel
<i>Solanum tuberosum</i>	440				1	1	1			1			1	1	1												Canadese guldenroede
<i>Solidago canadensis</i>	1239									1			1	1	1					1	1			1	1	1	Akkermelkdistel s.l.
<i>Sonchus arvensis</i>	1408	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	Gekroesde melkdistel
<i>Sonchus asper</i>	1391	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	Gewone melkdistel
<i>Sonchus oleraceus</i>	1271	1										1															Wilde lijsterbes
<i>Sorbus aucuparia</i>	904				1																						Gewone spurrie
<i>Spergula arvensis</i>	281	1	1					1																			Heidespurrie
<i>Spergula morisonii</i>	1190																1			1					1		Moerasandoorn
<i>Stachys palustris</i>	943																					1					Grasmuur
<i>Stellaria graminea</i>	1481	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1			1	Vogelmuur	
<i>Stellaria media</i>	1321						1							1													Gewone smeerwortel
<i>Symphytum officinale</i>	1255	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	Boerenwormkruid
<i>Tanacetum vulgare</i>	1519	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Paardenbloem (G)
<i>Taraxacum species</i>	792																										Witte krodde
<i>Thlaspi arvense</i>	400																										Heggendoornzaad
<i>Torilis japonica</i>	100		1																								Knopig doornzaad

Aantal soorten	2012 Aantal uurhokken	Apeldo	Appels	Azewij	Budel	Coevor	Duiven	Eindho	Emmen	Franeke	Gelder	Groenl	Heerhu	Hengel	Kveker	Lende	Marum	Mellisa	Noord	Ooltge	Purmer	Renku	Tholen	Ubena	Wolveg	Zierikz	Nederlandse naam	
Tragopogon pratensis	667									1					1												Oosterse en Gele morgenster	
Trifolium arvense	788		1		1		1			1					1												Hazenpootje	
Trifolium dubium	1398		1		1		1		1		1										1						Kleine klaver	
Trifolium hybridum	992				1																						Basterdklaver	
Trifolium pratense	1455		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			1		1				1	1	1	Rode klaver	
Trifolium repens	1516	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Witte klaver
Tripleurospermum maritimum	1331	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Reukeloze kamille
Tussilago farfara	1285	1			1	1	1	1	1	1	1							1			1						1	Klein hoefblad
Typha latifolia	1326														1													Grote lisdodde
Ulmus glabra	287			1																								Ruwe iep
Urtica dioica	1537	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Grote brandnetel
Urtica urens	1045												1															Kleine brandnetel
Verbascum nigrum	440				1																							Zwarte toorts
Verbascum thapsus	539				1									1		1			1		1							Koningskaars
Veronica chamaedrys	977						1																					Gewone ereprijs
Veronica officinalis	540						1																					Mannetjesereprijs
Veronica persica	881			1					1	1	1					1		1	1	1					1		Grote ereprijs	
Veronica serpyllifolia	1046	1	1									1	1	1	1							1						Tijmeprijs
Viburnum opulus	971																											Gelderse roos
Vicia cracca	1342				1						1													1				Vogelwikke
Vicia hirsuta	1009							1			1																	Ringelwikke
Vicia sativa s. segetalis	1200	1			1						1		1	1	1			1				1		1	1	1	1	Vicia sativa subsp. segetalis
Vicia tetrasperma	432																											Vierzadige en Slanke wikke
Viola arvensis	904														1													Akkerviooltje
Vulpia myuros	807				1						1																	Gewoon langbaardgras
Zea mays						1																						Mais

Bijlage 10 Synoptische tabel

Samenvattende tabel van de vegetatieopnamen onder de panelen, tussen de panelen en referentie met per soort de frequentie en gemiddelde bedekking. Met een kleurtje zijn soorten gearceerd die opvallend meer of minder in een categorie voorkomen.

Freq. en gemiddelde bedekking	Onder de panelen		Referentie		Tussen de panelen		
I = 0-20%, II = 21-40%, III = 41-60%, IV = 61-80%, V = 81-100%							
Wetenschappelijke naam	freq.	bedek.	freq.	bedek.	freq.	bedek.	Nederlandse naam
<i>Achillea millefolium</i>	I	2.3	II	9	II	9.3	Gewoon duizendblad
<i>Agrostis stolonifera</i>	I	9.3	II	7.8	II	10.9	Fioringras
<i>Agrostis capillaris</i>	III	8.2	III	15.9	III	14.8	Gewoon struisgras
<i>Artemisia vulgaris</i>	I	3	II	1.8	I	2	Bijvoet
<i>Leucanthemum vulgare</i>	I	3	I	2.5	I	2.5	Gewone margriet
<i>Cirsium vulgare</i>	I	2	II	2.6	II	3.4	Speerdistel
<i>Festuca rubra</i>	I	19.3	III	16.4	II	13.7	Rood zwenkgras s.s.
<i>Holcus lanatus</i>	III	12.5	IV	4.6	IV	5.9	Gestreepte witbol
<i>Hypochaeris radicata</i>			II	3.7	I	4.3	Gewoon biggenkruid
<i>Leontodon autumnalis</i>	I	1.5	II	2	I	2.5	Vertakte leeuwentand
<i>Lolium perenne</i>	IV	17.2	IV	19.4	V	30.1	Engels raaigras
<i>Lotus corniculatus</i> s.s.			I	2	I	7.7	Gewone rolklaver
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	I	2	II	2.3	I	1.8	Reukeloze kamille
<i>Medicago lupulina</i>	I	2	I	2.5	I	2	Hopklaver
<i>Plantago lanceolata</i>	I	2	III	5.4	II	7	Smalle weegbree
<i>Tanacetum vulgare</i>	I	2	I	2	I	2.7	Boerenwormkruid
<i>Trifolium pratense</i>	I	2	I	3.8	I	2.3	Rode klaver
<i>Trifolium repens</i>	II	3.5	IV	6.8	III	4.4	Witte klaver
<i>Jacobaea vulgaris</i>	I	1.8	II	2.3	II	2	Jakobskruid s.l.
<i>Phleum pratense</i>	I	5	I	2.5	I	2.8	Timoteegras en Klein timoteegras
<i>Cirsium arvense</i>	III	6.2	III	5.3	II	3.8	Akkerdistel
<i>Elytrigia repens</i>	III	10.4	III	5.1	III	13	Kweek
<i>Equisetum arvense</i>	I	2.5			I	3	Heermoes
<i>Ranunculus repens</i>	I	4.8	II	9	III	4.7	Kruipende boterbloem
<i>Cerastium fontanum</i>	I	3	I	2.3	I	2.4	Gewone en Glanzende hoornbloem
<i>Vicia sativa</i> s. <i>segetalis</i>	I	2.5	I	2	I	2	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>segetalis</i>
<i>Cerastium glomeratum</i>			I	2			Kluwenhoornbloem
<i>Crepis capillaris</i>	I	2	II	3.9	II	2.1	Klein streepzaad
<i>Lotus glaber</i>			I	3			Smalle rolklaver
<i>Melilotus albus</i>			I	2			Witte honingklaver
<i>Melilotus altissimus</i>			I	2			Goudgele honingklaver
<i>Poa pratensis</i>	I	5	II	3.8	II	5	Veldbeemdgras
<i>Prunella vulgaris</i>	I	1	I	2	I	3	Gewone brunel
<i>Centaurea jacea</i>			II	5.2	I	3	Knoopkruid
<i>Plantago major</i>	I	2.3	III	1.9	II	2.1	Grote en Getande weegbree
<i>Betula pubescens</i>	I	2.5	I	2	I	2	Zachte berk
<i>Conyza canadensis</i>	I	4.3	III	2.3	II	2.4	Canadese fijnstraal
<i>Juncus effusus</i>	I	5.8	II	3.5	I	4.7	Pitrus
<i>Matricaria chamomilla</i> (= <i>recutita</i>)	I	3	I	4.3	I	2.3	Echte kamille
<i>Ranunculus flammula</i>					I	2.5	Egelboterbloem
<i>Rumex acetosella</i>			I	5.5	I	2	Schapenzuring
<i>Salix caprea</i>	I	4.8	I	3	I	18	Boswilg
<i>Salix purpurea</i>					I	3	Bittere wilg

Freq. en gemiddelde bedekking	Onder de panelen		Referentie		Tussen de panelen		Nederlandse naam
	freq.	bedek.	freq.	bedek.	freq.	bedek.	
I = 0-20%, II = 21-40%, III = 41-60%, IV = 61-80%, V = 81-100%							
Wetenschappelijke naam	freq.	bedek.	freq.	bedek.	freq.	bedek.	Nederlandse naam
<i>Sonchus oleraceus</i>	I	2	II	2.4	I	2	Gewone melkdistel
<i>Epilobium tetragonum</i>	II	2.9	II	2.2	I	2.6	Kantige basterdwederik s.l.
<i>Larix decidua</i>					I	2	Europese lork
<i>Taraxacum species</i>	III	2.9	III	3	III	3.7	Paardenbloem (G)
<i>Echinochloa crus-galli</i>	I	3	I	2.5	I	3	Hanenpoot
<i>Geum urbanum</i>	I	2					Geel nagelkruid
<i>Lycopus europaeus</i>	I	2					Wolfspoot
<i>Persicaria hydropiper</i>	I	38			I	3	Waterpeper
<i>Rumex acetosa</i>	I	2	I	2.8	I	2.6	Veldzuring
<i>Rumex obtusifolius</i>	II	2.1	II	1.5	III	1.7	Ridderzuring
<i>Sonchus asper</i>	I	1.3	II	2.8	I	2	Gekroesde melkdistel
<i>Urtica dioica</i>	III	15	II	2.3	II	7.7	Grote brandnetel
<i>Rubus fruticosus</i> ag.	II	11	I	2	I	2	Gewone braam
<i>Epilobium parviflorum</i>	I	2.3	I	2.3	I	5	Viltige basterdwederik
<i>Gnaphalium luteo-album</i>			I	2	I	2.5	Bleekgele droogbloem
<i>Alopecurus pratensis</i>					I	9.7	Grote vossenstaart
<i>Dactylis glomerata</i>	II	5.7	III	6.4	III	11.1	Kropaar
<i>Poa trivialis</i>	I	10	II	6.4	II	6.3	Ruw beemdgras
<i>Rumex conglomeratus</i>	I	7	I	2	II	1.9	Kluwenzuring
<i>Rumex crispus</i>			I	1.8	I	2	Kruhzuring
<i>Epilobium hirsutum</i>	I	6	I	2.3	I	2	Harig wilgenroosje
<i>Galium aparine</i>	I	3					Kleefkruid
<i>Tussilago farfara</i>	I	10	I	2	I	3	Klein hoefblad
<i>Poa annua</i>	I	2.3	II	8.3	II	4.1	Straatgras
<i>Trifolium dubium</i>	I	2	I	2.5	I	2	Kleine klaver
<i>Alopecurus geniculatus</i>					I	5	Geknikte vossenstaart
<i>Arrhenatherum elatius</i>	I	2	I	2.5	I	5.5	Glanshaver
<i>Epilobium montanum</i>	I	2			I	3	Bergbasterdwederik
<i>Juncus bufonius</i>					I	4.3	Greppelrus
<i>Lamium purpureum</i>	I	1			I	2	Paarse dovenetel s.s.
<i>Lolium multiflorum</i>	I	3	I	4	I	5.5	Italiaans raaigras
<i>Polygonum aviculare</i>	I	2.7	II	9	I	2.3	Gewoon varkensgras
<i>Persicaria mitis</i>	I	2			I	2	Zachte duizendknoop
<i>Rorippa palustris</i>	I	2			I	2	Moeraskers
<i>Stellaria media</i>	II	6.2	I	7.7	I	4.2	Vogelmuur
<i>Urtica urens</i>					I	2	Kleine brandnetel
<i>Sonchus arvensis</i>	I	9.5	I	8	I	8	Akkermelkdistel s.l.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	I	1	I	3	I	2	Fluitenkruid
<i>Hordeum vulgare</i>	I	3					Gerst
<i>Senecio vulgaris</i>			I	3.7	I	2	Klein kruiskruid
<i>Acer pseudoplatanus</i>	I	2			I	2	Gewone esdoorn
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			I	2.5	I	2	Gewoon reukgras
<i>Bellis perennis</i>			I	2.3	I	3.8	Madeliefje
<i>Betula pendula</i>	I	3.3	I	1.5	I	2	Ruwe berk
<i>Persicaria amphibia</i>	I	5.5	I	2	I	1.5	Veenwortel
<i>Chenopodium album</i>	I	1.8	II	3.4	I	2	Melganzenvoet
<i>Digitalis purpurea</i>	I	1					Gewoon vingerhoedskruid
<i>Dryopteris filix-mas</i>	I	2					Mannetjesvaren
<i>Fragaria vesca</i>	I	2					Bosaardbei
<i>Rubus idaeus</i>	I	2					Framboos
<i>Cynosurus cristatus</i>	I	8	I	3	I	18	Kamgras
<i>Malva sylvestris</i>			I	1.8	I	2	Groot kaasjeskruid
<i>Trifolium arvense</i>			I	2.7			Hazenpootje
<i>Galinsoga parviflora</i>	I	4	I	2			Kaal knopkruid

Freq. en gemiddelde bedekking	Onder de panelen		Referentie		Tussen de panelen		Nederlandse naam
	freq.	bedek.	freq.	bedek.	freq.	bedek.	
I = 0-20%, II = 21-40%, III = 41-60%, IV = 61-80%, V = 81-100%							
Wetenschappelijke naam	freq.	bedek.	freq.	bedek.	freq.	bedek.	
<i>Geranium molle</i>	I	2.5	I	2.3	I	4	Zachte ooievaarsbek
<i>Erodium cicutarium</i> s. <i>cicutarium</i>			I	2	I	3	Gewone reigersbek s.s.
<i>Hypericum perforatum</i>	I	8	I	14.3	I	2.5	Sint-Janskruid
<i>Leontodon saxatilis</i>			I	2	I	2	Kleine leeuwentand
<i>Plantago coronopus</i>			I	2	I	4	Hertshoornweegbree
<i>Stellaria graminea</i>					I	2	Grasmuur
<i>Veronica serpyllifolia</i>					I	2.3	Tijmereprijs
<i>Quercus robur</i>	I	1					Zomereik
<i>Hieracium pilosella</i>			I	8			Muizenoor
<i>Lupinus polyphyllus</i>			I	1			Vaste lupine
<i>Cardamine hirsuta</i>	I	2	I	2	I	3	Kleine veldkers
<i>Ornithopus perpusillus</i>					I	2	Klein vogelpootje
<i>Rorippa sylvestris</i>			I	8	I	2.5	Akkerkers
<i>Cardamine pratensis</i>	I	2			I	2.7	Pinksterbloem
<i>Juncus conglomeratus</i>	I	8			I	8	Biezenknoppen
<i>Prunus serotina</i>					I	1	Amerikaanse vogelkers
<i>Ranunculus acris</i>			I	2.3	I	2.5	Scherpe boterbloem
<i>Sagina procumbens</i>					I	4	Liggende vetmuur
<i>Alnus glutinosa</i>	I	1					Zwarte els
<i>Daucus carota</i>	I	2	II	2.3	I	2.3	Peen
<i>Lapsana communis</i>	I	2			I	2	Akkerkool
<i>Sisymbrium officinale</i>			I	1.8	I	2	Gewone raket
<i>Solanum nigrum</i>	I	2	I	2			Zwarte en Beklierde nachtschade
<i>Bromus hordeaceus</i>			I	2	I	4	Zachte dravik s.l.
<i>Heracleum sphondylium</i>			I	2	I	8	Gewone berenklauw
<i>Petasites hybridus</i>	I	2			I	2	Groot hoeblad
<i>Phalaris arundinacea</i>	I	5.5	I	6.3	I	13	Rietgras
<i>Phragmites australis</i>			I	2	I	4	Riet
<i>Fallopia dumetorum</i>	I	3	I	3	I	2	Heggenduizendknoop
<i>Sinapis arvensis</i>	I	1.5			I	3	Herik
<i>Symphytum officinale</i>	I	2	I	2.5	I	5.5	Gewone smeewortel
<i>Solidago canadensis</i>	I	2			I	8	Canadese guldenroede
<i>Glechoma hederacea</i>	I	4.3	I	6	I	2	Hondsdrif
<i>Arctium minus</i> s.l.	I	8					Gewone klit
<i>Convolvulus sepium</i>	I	1	I	2			Haagwinde
<i>Carduus crispus</i>			I	8			Kruldistel
<i>Dipsacus fullonum</i>			I	3			Grote kaardebol
<i>Potentilla anserina</i>	I	4	I	2.5	I	8	Zilverschoon
<i>Centaurium erythraea</i>			I	2	I	2	Echt duizendguldenkruid
<i>Trifolium hybridum</i>					I	2	Basterdklaver
<i>Calluna vulgaris</i>			I	8			Struikhei
<i>Molinia caerulea</i>			I	4			Pijpenstrootje
<i>Reseda luteola</i>			I	1			Wouw
<i>Vulpia myuros</i>			I	2			Gewoon langbaardgras
<i>Festuca ovina</i>			I	4			Genaald schapengras
<i>Senecio inaequidens</i>			I	2.5	I	1	Bezemkruid
<i>Gnaphalium uliginosum</i>					I	2	Moerasdroogbloem
<i>Spergula morisonii</i>			I	4	I	3	Heidespurrie
<i>Athyrium filix-femina</i>	I	2					Wijfjesvaren
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	I	2	I	2	I	3	Harig knopkruid
<i>Aira caryophylla</i>			I	3			Zilverhaver
<i>Linaria vulgaris</i>			I	2			Vlasbekje
<i>Oenothera biennis</i> s.s.			I	2	I	3	Middelste teunisbloem s.s
<i>Atriplex patula</i>			I	1	I	1	Uitstaande melde

Freq. en gemiddelde bedekking I = 0-20%, II = 21-40%, III = 41-60%, IV = 61-80%, V = 81-100%	Onder de panelen		Referentie		Tussen de panelen		Nederlandse naam
	freq.	bedek.	freq.	bedek.	freq.	bedek.	
Wetenschappelijke naam							
<i>Capsella bursa-pastoris</i>			I	3	I	3	Gewoon herderstasje
<i>Cichorium intybus</i>			I	2.5	I	3	Wilde cichorei
<i>Papaver rhoeas</i>			I	3			Grote klaproos
<i>Persicaria maculosa</i>			I	2.5	I	3	Perzikkruid
<i>Brassica rapa</i>			I	2			Raapzaad
<i>Foeniculum vulgare</i>			I	1			Venkel
<i>Carex hirta</i>	I	2			I	2	Ruige zegge
<i>Lathyrus pratensis</i>	I	2	I	2	I	2	Veldlathyrus
<i>Pastinaca sativa s. sativa</i>			I	3	I	3	Gewone pastinaak
<i>Potentilla reptans</i>	I	8	I	10.5	I	3	Vijfvingerkruid
<i>Galium mollugo</i>			I	2			Glad walstro
<i>Sambucus nigra</i>	I	1.5					Gewone vlier
<i>Matricaria discoidea</i>			I	2			Schijfkamille
<i>Anthemis tinctoria</i>			I	3	I	2	Gele kamille
<i>Glebionis segetum</i>			I	8	I	2	Gele ganzenbloem
<i>Festuca arundinacea</i>	I	88	I	23	I	88	Rietzwenkgras
<i>Melilotus officinalis</i>					I	2	Citroengele honingklaver
<i>Papaver dubium</i>					I	2	Bleke klaproos
<i>Linum usitatissimum</i>			I	3	I	2	Vlas
<i>Cosmos bipinnatus</i>			I	8	I	2	Cosmos
<i>Lobularia maritima</i>			I	2	I	2	Zilverchildzaad
<i>Centaurea cyanus</i>			I	3			Korenbloem
<i>Helianthus annuus</i>			I	8			Zonnebloem
<i>Glebionis coronaria</i>			I	2			Gekroonde ganzenbloem
<i>Medicago sativa</i>			I	8			Luzerne
<i>Silene latifolia s. alba</i>			I	8			Avondkoekoeksbloem
<i>Picris echioides</i>			I	2			Dubbelkelk
<i>Veronica persica</i>			I	2			Grote ereprijs
<i>Juglans regia</i>	I	1					Okkernoot
<i>Torilis nodosa</i>	I	2					Knopig doornzaad
<i>Acer campestre</i>			I	1			Spaanse aak
<i>Fraxinus excelsior</i>			I	1			Gewone es
<i>Melissa officinalis</i>			I	2			Citroenmelisse

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3061
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 3061
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.000 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

