

Trade-offs of win-win bij energieopwekking en bodemfuncties?

Zonneparken en bodemafdekking

Er wordt steeds meer duurzame energie opgewekt en dat uit zich onder meer in een snelle opmars van grote grondgebonden zonneparken in landbouwgebieden. De milieueffecten van deze parken zijn nog maar weinig onderzocht. Vijf deskundigen geven hun visie op welke positieve en negatieve effecten op de bodem te verwachten zijn.

Door: Lavinda Kok, Nick van Eekeren, Wim van der Putten, Gert Jan van den Born, Ton Schouten en Michiel Rutgers

Over de auteurs:

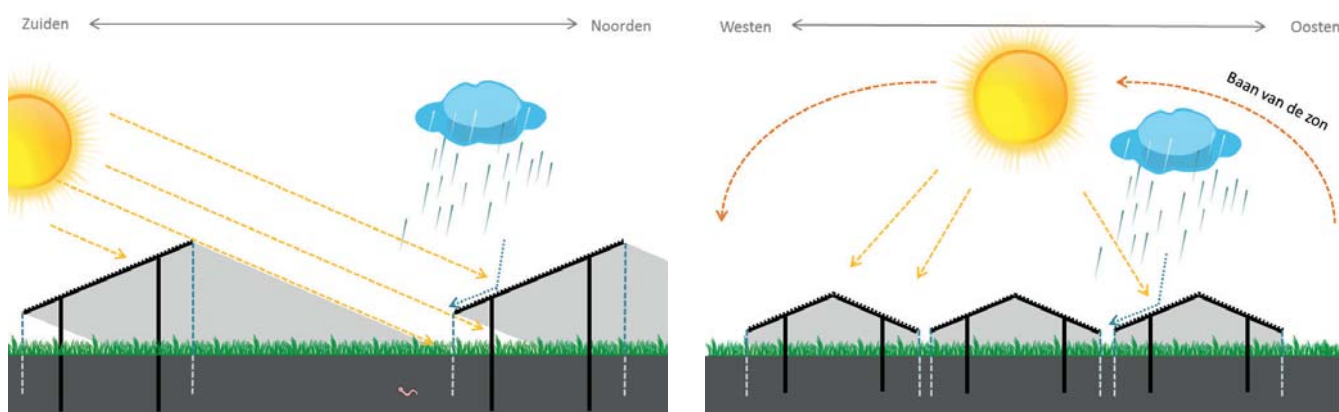
L. Kok MSc. (lavinda.kok@rivm.nl) is projectmedewerker duurzame ontwikkeling bij het RIVM
 Dr. N. van Eekeren is senior onderzoeker bij het Louis Bolk Instituut
 Prof. Dr. W.H. van der Putten is afdelingshoofd Terrestrische Ecologie bij het NIOO-KNAW en Hoogleraar Functionele Biodiversiteit bij WUR
 Ir. G.J. van den Born is beleidsonderzoeker bij het PBL
 Drs. A.J. Schouten is bodemonderzoeker bij het RIVM
 Dr. M. Rutgers is bodemonderzoeker bij het RIVM

ZONNE-ENERGIE GROEIT!

Verschillende actoren werken aan een transitie naar een duurzame energievoorziening. Gemeentes, particulieren, energiemaatschappijen en (agrarische) ondernemers vinden het steeds vaker aantrekkelijk om zonneparken aan te leggen.¹ Zonneparken zijn bodemgebonden installaties voor het opwekken van zonne-energie met fotovoltaïsche (PV) panelen. Deze parken zijn vaak geplaatst op landbouwgrond. Op dit moment is het grootste zonnepark van Nederland te vinden op Ameland. Daar wordt op een oppervlakte van 10 ha voor meer dan 1500 huishoudens

elektriciteit opgewekt.² Er komen steeds grotere parken: in de Haarlemmermeer wordt bijvoorbeeld een zonnepark van 100 tot 120 ha ontwikkeld³ en in Zeeland start in 2018 de bouw van Solarpark Scaldia met een oppervlakte van 43 ha.⁴

Hoewel de toename van zonne-energie toe te juichen is, roept het de vraag op welke milieueffecten zonneparken hebben. Op basis een review van een aantal wetenschappelijke studies kan worden verondersteld dat zonneparken een negatieve impact kunnen hebben op de biodiversiteit, watergebruik en consumptie, bodemkwaliteit, humane gezondheid en interactie tussen bodem en atmosfeer en de culturele landschapswaarde.^{5,6,7,8} Over de ernst van deze effecten is slechts weinig bekend, omdat empirisch onderzoek ernaar vrijwel ontbreekt. Het is belangrijk om de positieve en negatieve effecten van deze parken op het milieu te kennen om weloverwogen beslissingen te kunnen nemen. In dit artikel wordt een eerste antwoord gegeven op de vraag welke effecten zonneparken kunnen hebben op het functioneren van bodem ecosysteemdiensten (zie kader) van landbouwbodems.



FIGUUR 1: LINKS EEN ZONNEPARK IN ZUID OPSTELLING, RECHTS IN OOST-WEST OPSTELLING. IN HET GRIJS DE SCHADUWZIJDJE WAARBIJ DE BODEM GEEN DIRECT ZONLICHT ONTVANGT. DE NEERSLAG LOOPT VAN DE PANELEN AF EN KOMT NIET ONDER DE PANELEN, ALLEEN ER TUSSEN.

Bodem ecosysteemdiensten

Bodem ecosysteemdiensten zijn de voor de maatschappij nuttige eigenschappen van de bodem. We onderscheiden elf ecosysteemdiensten⁹ in vijf clusters:

1. De bodem geeft ons de mogelijkheid tot productie van gewassen en andere hulpbronnen (bodemvruchtbaarheid) door (1a) het vasthouden en leveren van nutriënten (inclusief organische stof), (1b) een goede bodemstructuur en (1c) het bieden van habitat aan plaagbestrijders en bestuivers.
2. Tevens heeft een gezonde bodem de (2a) veerkracht om in tijden van stress en calamiteiten te blijven functioneren en is tegelijkertijd (2b) flexibel om zich aan te passen bij verandering in beheer of na aantasting (adaptatie en veerkracht).
3. De bodem levert ook buffer- en regulatiefuncties: (3a) het reguleren van de watervoorraad, beschikbaarheid van mineralen en nutriënten door middel van organische stof, (3b) zelfreinigend vermogen en zuiveren van grondwater, (3c) als medium voor waterretentie en (3d) het reguleren van het lokale klimaat en koolstofopslag.
4. De biodiversiteit in de bodem zorgt voor behoud van een genenpool, adaptatie en producerend vermogen (4).
5. De bodem levert cultureel-historische diensten zoals natuurbeleving, educatie en het bewaren van cultureel erfgoed (5).

EEN TYPEREND ZONNEPARK OP NEDERLANDSE BODEM

In Nederland zijn de zonnepanelen van de meeste (geplande) zonneparken op het zuiden georiënteerd. De panelen worden optimaal in rijen geplaatst, zodat het meeste directe zonlicht wordt opgevangen door de zonnepanelen en slagschaduw op de naburige rij panelen wordt voorkomen. Dat betekent dat er tussen de rijen ruimte blijft bestaan. De zonnepanelen nemen van bovenaf bekeken een oppervlakte van 33% tot 50% in beslag. In enkele parken, zoals het eerder genoemde park Scaldia in Zeeland, worden de panelen in een oost-west opstelling geplaatst. In dat geval is de bodem bijna volledig afgedekt¹⁰ (zie figuur 1).

Onder en tussen de panelen is er geen of minder direct zonlicht. Alle neerslag komt wel op de bodem terecht, maar is niet meer gelijkmatig verdeeld. De zonnepanelen worden meestal geplaatst op gegalvaniseerde stalen constructies. De palen (H-profielen; ongeveer 700 stuks per ha) bereiken een diepte van 1,8 tot 2,5 meter.¹¹ De hoofdkabel wordt onder de grond aangelegd en de rest van de leidingen bevindt zich bovengronds. De levensduur van een zonnepark wordt op 25 jaar geschat.^{6,8,12}

Het beheer van de bodem bij een zonnepark wijkt af van dat van een landbouwbodem. Er is soms beweiding mogelijk en er zal enig maaibeheer plaatsvinden. Ploegen is niet meer mogelijk en

Weinig zicht op gevolgen van zonneparken voor de bodem

bemesten zal ook uitblijven. De vrije ruimte tussen de panelen wordt gebruikt als toegangspad voor onderhoud, schoonmaken en reparaties.

WAT WE WETEN OVER EFFECTEN

Het lokale en microklimaat en de primaire productie (de opbouw van organisch materiaal door planten met behulp van fotosynthese) in het ecosysteem zullen veranderen door afdekking van de bodem, verminderde lichtinval en veranderde neerslagverdeling.

Veel minder direct en indirect (diffuus) licht bereikt de vegetatie, zowel onder als tussen de zonnepaneelrijen. Hierdoor wordt de fotosynthese beïnvloed.¹² Onderzoekers in Lancaster hebben een 92% lagere fotosynthese gemeten bij gras onder zonnepanelen van een drie jaar oud zonnepark.⁵ Minder fotosynthese resulteert in een geringere primaire productie en tot een lagere input van vers organisch materiaal in de bodem.¹⁰

In het Lancaster onderzoek kwam ook naar voren dat de precipitatieverdeling op de bodem veranderde: zoals verwacht was de bodem onder de zonnepanelen droger. Waar neerslag geconcentreerd op de bodem terechtkomt, als gevolg van de opstelling van de panelen, zal uitloging plaats kunnen vinden.⁶ Het gegalvaniseerde rek zal tot enige metaalbelasting van de bodem kunnen leiden. Ook veranderde de lokale temperatuur: in de zomer waren lucht en bodem onder de zonnepanelen bijvoorbeeld koeler, in de winter juist warmer.⁵

EFFECTEN OP BODEM ECOSYSTEEMDIENSTEN

Vijf bodemdeskundigen (de co-auteurs van dit artikel) hebben individueel de effecten van zonneparken op elf verschillende bodem ecosysteemdiensten (zie kader) geschat met behulp van impactscores op een relatieve schaal van -2 (negatieve impact) tot +2 (positieve impact) (0: geen impact). Deze scores zijn vervolgens mondeling of schriftelijk toegelicht. De effecten van een zonnepark op twee typen grasland-ecosystemen worden meegenomen, namelijk een conventioneel beheerd agrarisch grasland (bemest, regelmatig geploegd en opnieuw ingezaaid) en een extensief half-natuurlijk grasland (permanent grasland, wel enige beweiding en maaien). Deze keuze werd gemaakt om de effecten van zonnepanelen zichtbaar te maken ten opzichte van de intensiteit van (voormalig) graslandgebruik. Tevens werden effecten op de bodem onder panelen apart gescoord ten opzichte van de bodem tussen panelen. Zo zijn vier verschillende situaties beoordeeld (zie tabel 1).

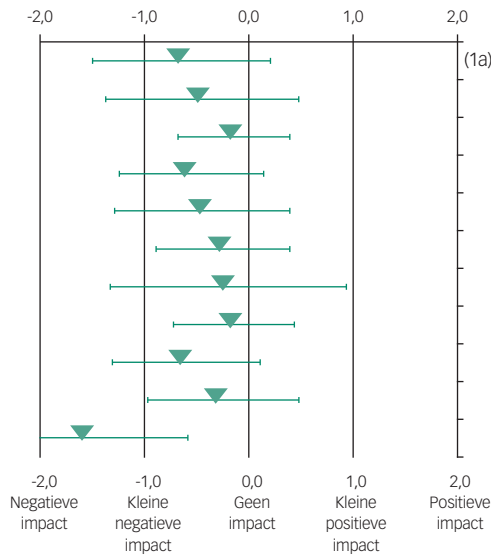
Ondergrond → Bodem ↓	Conventioneel grasland	Extensief beheerd grasland	Conventioneel & extensief grasland
onder zonnepanelen	-1,4 (0,6)	-1,5 (0,6)	-1,5 (0,6)
tussen zonnepanelen	-0,3 (1,0)	-0,6 (0,6)	-0,5 (0,9)
onder & tussen zonnepanelen	-0,9 (1,0)	-1,1 (0,8)	-1,0 (0,9)

TABEL 1. GEMIDDELDE IMPACTSCORES OP 11 BODEM ECOSYSTEEMDIENSTEN IN EEN RANGE VAN -2 (NEGATIEVE IMPACT) TOT 2 (POSITIEVE IMPACT) (0 = GEEN IMPACT). TUSSEN HAAKJES DE STANDAARDAFWIJKING OM EEN IDEE TE GEVEN VAN DE VARIATIE IN SCORES. IN BLAUW GEMARKEERD DE VIER SITUATIES (ELK OP BASIS VAN 55 WAARNEMINGEN). IN GROEN HET GEMIDDELDE VAN ALLE SCORES (220 WAARNEMINGEN).

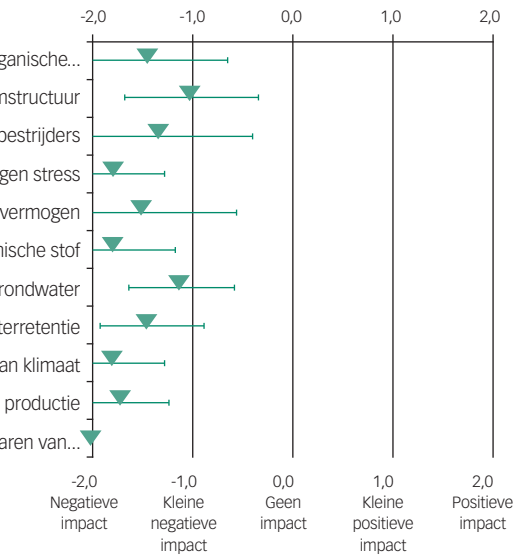
Gemiddeld werd een negatieve score gegeven voor de impact van zonneparken op bodem ecosysteemdiensten (-1,0) en de laagste score voor de bodem *onder* de zonnepanelen (-1,5). Op de stroken *tussen* panelen wordt ten opzichte van bodem *onder* panelen een kleinere negatieve impact verwacht (gemiddelde = -0,5). Dit verschil kan verklaard worden door de hogere lichtintensiteit en neerslaghoeveelheid op de bodem tussen de panelen.

Figuur 2 geeft de gemiddelde scores voor de afzonderlijke ecosysteemdiensten *tussen* panelen en *onder* panelen weer (daarbij zijn de scores voor *conventioneel* en *extensief grasland* samen genomen). Bijna alle gemiddelde scores voor de bodem *tussen* panelen liggen tussen 0 en -1 (op één na); alle scores voor de bodem *onder* panelen liggen tussen -1 en -2. *Onder* panelen worden de laagste scores gegeven voor weerstand tegen stress, regulatie

VERWACHTE IMPACT BODEM TUSSEN PANELEN



VERWACHTE IMPACT BODEM ONDER PANELEN



FIGUUR 2: GEMIDDELDE SCORES VOOR VERWACHTE IMPACT EN STANDAARDAFWIJKING VOOR BODEM ECOSYSTEEM-DIENSTEN TUSSEN EN ONDER ZONNEPANELEN. ELK GEMIDDELDE IS BEREKEND OP BASIS VAN 10 INDIVIDUELE SCORES: DE SCORES VOOR CONVENTIONEEL BEHEERD GRASLAND (N=5) EN HALF NATUURLIJK GRASLAND (N=5) ZIJN SAMENGENOMEN.

d.m.v. organische stof, klimaatregulatie, biodiversiteit en natuurbeleving/educatie.

Enkele individuele scores geven aan dat een positieve impact op bodemfuncties *tussen* panelen wordt verwacht (vandaar een wat grotere variatie). Ook is naar verwachting de impact op bodem ecosysteemdiensten van *conventioneel beheerd grasland* in vergelijking met *extensief beheerd grasland* relatief net iets gunstiger. Dit komt doordat het met rust laten van de bodem voordelen met zich meebrengt voor de bodem-gerelateerde ecosysteemdiensten. Er zal bijvoorbeeld niet meer geploegd worden en het uitblijven van bemesten leidt tot een lagere belasting van grond- en oppervlaktewater met meststoffen (P en N).

De scores op cultureel historische en natuurbelevingsdiensten zijn het sterkst negatief; deze wordt eenduidiger negatief gescoord, ongeacht welke situatie (zie ook figuur 2). Een overwegend nadelige impact wordt verwacht op de landschapsbeleving.

ORGANISCHE STOF

Veel van de negatieve scores zijn gebaseerd op de verwachte afname van organische stof in de bodem en primaire productie als gevolg van minder licht. Bij ecosysteemdiensten ten aanzien van bodemvruchtbaarheid, structuur, en buffering & regulatie speelt organische stof namelijk een cruciale rol. Verlies van organische stof vermindert sterk de mogelijkheid van bodems deze functies te vervullen.¹³ Vermoedelijk wordt de organische stof productie *onder* zonnepanelen sterker negatief beïnvloed dan de bodem *tussen* panelen vanwege een verwacht verschil in lichtintensiteit en neerslag.

Waarschijnlijk zijn effecten niet meteen merkbaar, maar pas na een langere periode.¹⁴ Het verlies aan organische stof zal voor zonnepark beheerders en gebruikers minder relevant zijn, omdat het voorzien in oppervlakte voor zonnepanelen de nieuwe hoofdfunctie van het land is. De bodem ecosysteemdiensten die hier zijn beoordeeld, zijn hier ondergeschikt aan. Wanneer de zonnepanelen worden verwijderd (na bijv. 25 jaar) kan de bodem zich in principe herstellen, maar bodemherstel gaat traag en zou zelfs langer kunnen duren dan de tijd dat het zonnepark in bedrijf is geweest.

SLIM AFWEGEN EN NADER ONDERZOEK

Landbouwbodems vervullen cruciale functies voor de samenleving; productie van voedsel en grondstoffen, maar ook adaptatie

en veerkracht, buffering en regulatie, biodiversiteit en natuurbeleving. Uit de resultaten beschreven in dit artikel blijkt dat overwegend een negatieve impact van zonneparken op deze bodem-gerelateerde ecosysteemdiensten wordt verwacht.

Het is daarom van belang effecten van zonneparken op de (landbouw)bodem te kennen en deze mee te nemen in de besluitvorming bij de aanleg. Zonne-energie op andere oppervlakten opwekken zou vanuit het oogpunt van de bodem ecosysteemdiensten de voorkeur hebben.¹⁵ RVO geeft in een ‘cascade ladder’ aan dat landbouwgronden zoveel mogelijk dienen te worden vermeden.¹⁶ LTO is ook geen voorstander van de aanleg van zonneparken op landbouwgrond. De organisatie roept op

Organische stof belangrijk voor veel ecosysteemdiensten

om zoveel mogelijk het zonne-energie potentieel op daken of gronden te benutten die voor geen ander doel te gebruiken zijn (bijvoorbeeld vuilnisbelten) te benutten.¹⁷ Uit onderzoek van het PBL en DNV GL blijkt dat nog veel oppervlakte in de bebouwde omgeving beschikbaar is voor het opwekken van zonne-energie.¹⁸ De provincie Noord-Holland heeft in 2016 een ontwerp-kader opgesteld¹⁹ waarbij de aanleg van zonneparken in het open landschap zo veel mogelijk wordt vermeden.

Indien er een zonnepark op landbouwgrond wordt geplaatst, kan rekening gehouden worden met de opstelling: op basis van de grotere negatieve impact op de bodem *onder* panelen, heeft een zonnepark in zuid opstelling de voorkeur boven een zonnepark in oost-west opstelling. Het beheer van de zonneparken kan zo worden ingericht, dat de bodem zo goed mogelijk ecosysteemdiensten kan leveren, door bijvoorbeeld te mulchen en geen toxische middelen te gebruiken zoals herbiciden. Er zijn ook aanwijzingen dat zonneparken te combineren zijn met andere functies, zoals een extensieve vorm van beweiding, het telen van schaduwminnende gewassen, het plaatsen van bijenkasten, of het aanleggen van groenstroken als bufferzone en schuilplek voor fauna.²⁰



EFFECTEN OP BODEM VERDER ONDERZOEKEN

Het is aan te bevelen om zorgvuldig om te gaan met het plaatsen van zonneparken op landbouwgrond, totdat de (lange termijn) effecten bekend zijn. De auteurs pleiten er daarom voor om bodem ecosysteem onderzoek op te starten bij bestaande zonneparken en deze in de loop van de tijd te blijven monitoren.

NOTEN

1. Zie www.fluxenergie.nl/meer-dan-200-grootschalige-zonneparken-nederland-op-komst.
2. Zie www.duurzaameland.nl/projecten/.
3. Zie www.zwanenburg-halfweg.nl/nieuwsbericht/grootschalig-project-zonnepanelen-in-zwanenburg.
4. Zie www.solarfields.nl/scaldia-zeeland/.
5. Armstrong, A. et al. (2016). Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ. Res. Lett.* 11, p.1-11.
6. Hernandez, R.R. et al. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renew. Sustainable Energy Rev.* 29, p.766-779.
7. Rutgers, M. (2015). 'Verzonnepaneling' van het landschap, nachtmerrie voor de bodem? *Bodem* 25(6), p.29.
8. Turney, D. & Fthenakis, P. (2011). Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renew. Sustainable Energy Rev.* 15, p.3261-3270.
9. Op basis van indeling gebruikt in RIVM (2007). Typeringen van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit, p.95.
10. Zie <https://www.trouw.nl/home/oost-west-is-voor-zonnestroom-soms-t-best-afda1a58/>.
11. Op basis van technische gegevens over zonnepark Ameland.
12. Armstrong, A., et al. (2014). Wind farm and solar park effects on plant-soil carbon cycling: uncertain impacts of change in ground-level microclimate. *Glob. Chang. Biol.* 20, p.1699-1706.
13. TCB (2016). Advies toestand en dynamiek van organische stof in Nederlandse landbouwbodems.
14. Hirsch, P.R., et al. (2009). Starving the soil of plant inputs for 50 years reduces abundance but not diversity of soil bacterial communities. *Soil Biol. Biochem.* 41, p. 2021-2024.
15. Ook aanbevolen door RSPB (2014). Solar power policy briefing. Beschikbaar op www.rspb.org.uk/Images/Solar_power_briefing_tcm9-73329.pdf.
16. RVO (2016). Grondgebonden zonneparken. Verkenning naar de afwegingskaders rond locatiekeuze en ruimtelijke inpassing in Nederland, p.7.
17. Zie www.ltonoord.nl/pers/2016/05/13/news-page.
18. PBL & DNV GL (2014). Het potentieel van zonnestroom in de gebouwde omgeving van Nederland.
19. Provincie Noord-Holland (2016). Perspectief voor de zon in Noord-Holland, ontwerp perspectief.
20. Gemeente Arnhem (2016). Effecten van zonneparken op de omgeving en voorbeelden van meervoudig ruimtegebruik.